

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



**CELKOVÁ BIOMASA A BIOMASA VĚTVÍ TŘÍLETÉHO  
JAPONSKÉHO TOPOLU  
(*POPULUS NIGRA* X *POPULUS MAXIMOWICZII*)  
NA VYBRANÉ PLANTÁŽI**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Zpracoval: Tomáš Švejkar

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

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Švejkar Tomáš

Lesnictví

Název práce

**Celková biomasa a biomasa větví tříletého japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na vybrané plantáži**

Anglický název

**Total biomass and branches biomass of the chosen three years old Japanese poplar (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) plantation**

---

### Cíle práce

Shromáždit informace o japonském topolu v ČR.

Změřit a zhodnotit růstové parametry japonského topolu na vybrané plantáži.

Určit biomasu větví a celkovou biomasu stromu (bez asimilačních orgánů).

### Metodika

Terénní práce - sběr dat: měření taxačních veličin u reprezentativních jedinců.

Shromáždění informací o japonském topolu v ČR a o vybrané plantáži.

Zpracování rešeršní části, podrobný popis metodiky.

Vyhodnocení dat, zpracování výsledků.

Diskuse.

Závěr.

### Harmonogram zpracování

duben – říjen 2013: zpracování rešeršní části,

listopad – prosinec 2013: sběr dat, zpracování dat,

leden – březen 2014: zpracování výsledků, diskuse a závěru do jednotlivých kapitol,

duben 2014: kontrola, úprava textu, případné revize, odevzdání práce.

### **Rozsah textové části**

30-40 stran

### **Klíčová slova**

biomasa, japonský topol, plantáže RRD, biomasa větví

---

### **Doporučené zdroje informací**

STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2009. Sborník referátů z konference 2.12.2009, ČZU v Praze, CZ Biom 2009.  
STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2010. Sborník referátů z konference 23. 11. 2010, ČZU v Praze, CZ Biom 2010.  
STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2011. Sborník referátů z konference 29.11. 2011, ČZU v Praze, CZ Biom 2011.  
Časopis Lesnická práce [online]. c2010, [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.lesprace.cz>>.  
Sdružení pro biomasu [online]. c2001-2009, [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz>>.  
Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online]. c2003-2013, [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz>>.  
Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví [online]. c2009, [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.vukoz.cz>>.  
Web of knowledge [online]. c2011, [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://apps.isiknowledge.com>>.

---

### **Vedoucí práce**

Štícha Václav, Ing., Ph.D.

### **Termín odevzdání**

duben 2014

---

Elektronicky schváleno dne 26.9.2013

**doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 28.9.2013

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan fakulty

## **PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma celková biomasa a biomasa větví tříletého japonského topolu na vybrané plantáži vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Štíchy Ph.D. a použil jen literaturu, kterou uvádím v seznamu použité literatury.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111 / 1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

Podpis autora

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Václavu Štíchovi Ph.D. za pomoc při řešení této práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Jirímu Ševčíkovi za poskytnutí své plantáže k naměření hodnot, použitých v mé práci.

## **ABSTRAKT**

Tématem této bakalářské práce jsou rychle rostoucí dřeviny, konkrétně japonské topoly. V první části je popsáno pěstování topolů od předsadební přípravy až po rušení plantáže. Také jsou zde shrnuty časté choroby, škůdci a mimoprodukční funkce topolových plantáží. V neposlední řadě se zde dočteme o biomase a některých zástupcích rodu topol. Hlavním výstupem této bakalářské práce je zjištění biomasy větví japonského topolu vůči celkové biomase a porovnání naměřených hodnot s dostupnou literaturou.

Klíčová slova: biomasa, japonský topol, plantáže RRD, biomasa větví

## **ABSTRACT**

The theme of this thesis are fast – growing trees, specifically Japanese poplars. The first section describes the cultivation of poplars from pre planting preparation to interference plantations. There are also summarized common diseases, pests and non-productive functions of poplar plantations. Last but not least, to read about biomass and some representatives of the genus poplar. The main outcome of this work is to determine the biomass of the Japanese poplar branches to total biomass and comparing the measured values with the available literature.

Keywords: biomass, japanese poplar, plantations RRD, biomass of branches

## OBSAH:

|  |           |
|--|-----------|
| <b>SEZNAM TABULEK, OBRAZKŮ A GRAFŮ.....</b>                  | <b>9</b>  |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>1. ÚVOD.....</b>  | <b>10</b> |
| 1.1. CÍL PRÁCE.....  | 11        |
| <b>2. TOPOL .....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1. TOPOL ČERNÝ ( <i>POPULUS NIGRA</i> ) .....              | 12        |
| 2.2. TOPOL MAXIMOVIČŮV ( <i>POPULUS MAXIMOWICZII</i> ) ..... | 13        |
| 2.3. JAPONSKÝ TOPOL .....                                    | 13        |
| 2.3.1. J-104 (MAX-5).....                                    | 14        |
| 2.3.2. J-105 (MAX-4).....                                    | 14        |
| 2.4. DRUHY A KLONY PRO PĚSTOVÁNÍ V LIGNIKULTURÁCH .....      | 15        |
| 2.5. DRUHY A KLONY PRO PĚSTOVÁNÍ PLANTÁŽÍ RRD.....           | 16        |
| <b>3. BIOMASA .....</b>                                      | <b>17</b> |
| 3.1. ROZDĚLENÍ BIOMASY .....                                 | 17        |
| 3.1.1. ZEMĚDĚLSKÁ BIOMASA .....                              | 17        |
| 3.1.2. LESNÍ BIOMASA.....                                    | 18        |
| 3.1.3. ZBYTKOVÁ BIOMASA.....                                 | 18        |
| <b>4. ZAKLÁDÁNÍ PLANTÁŽÍ RRD .....</b>                       | <b>19</b> |
| 4.1. REPRODUKČNÍ POROSTY RRD.....                            | 19        |
| 4.2. VÝBĚR STANOVIŠTĚ PRO ZALOŽENÍ PLANTÁŽE RRD .....        | 19        |
| 4.3. PŘEDSADEBNÍ PŘÍPRAVA .....                              | 20        |
| 4.4. PŘÍPRAVA SADEBNÍHO MATERIÁLU .....                      | 20        |
| 4.5. VÝSADBA RRD.....  | 21        |
| 4.5.1. JARNÍ TERMÍN VÝSADBY .....                            | 21        |
| 4.5.2. PODZIMNÍ TERMÍN VÝSADBY .....                         | 21        |
| 4.6. TECHNOLOGIE VÝSADBY .....                               | 22        |
| 4.7. ÚDRŽBA PLANTÁŽE V DALŠÍCH LETECH PO VÝSADBĚ .....       | 23        |
| 4.7.1. HNOJENÍ.....  | 23        |
| 4.8. SKLIZEŇ DENDROMASY .....                                | 24        |
| 4.8.1. POŘEZÁNÍ A ŠTĚPKOVÁNÍ.....                            | 25        |
| 4.8.2. POŘEZÁNÍ A SNOPKOVÁNÍ.....                            | 26        |
| 4.8.3. METODA KMENOVÝCH VÝŘEZŮ .....                         | 26        |
| 4.9. PŘEPRAVA MATERIÁLU.....                                 | 26        |
| 4.10. RUŠENÍ PLANTÁŽE RRD.....                               | 26        |
| <b>5. PĚSTEBNÍ RIZIKA.....</b>                               | <b>28</b> |
| 5.1. ŠKODY ZVĚŘÍ.....  | 28        |
| 5.2. VIRÓZY A BAKTERIÓZY.....                                | 29        |
| 5.3. HOUBOVÉ CHOROBY .....                                   | 29        |
| 5.3.1. HOUBOVÉ CHOROBY NA LISTECH .....                      | 29        |
| 5.3.2. HOUBOVÉ CHOROBY KŮRY .....                            | 29        |
| 5.4. HMYZ POŠKOZUJÍCÍ TOPOLY .....                           | 30        |
| <b>6. MIMOPRODUKČNÍ VYUŽITÍ RRD.....</b>                     | <b>32</b> |
| 6.1. BIOLOGICKÁ FUNKCE .....                                 | 32        |
| 6.2. PROTIEROZNÍ OCHRANA PŮDY .....                          | 32        |
| 6.3. IZOLAČNÍ FUNKCE.....                                    | 33        |
| 6.4. KOMPLEXNÍ VEGETAČNÍ FUNKCE.....                         | 33        |
| <b>7. METODIKA .....</b>                                     | <b>34</b> |
| 7.1. POPIS ZKOUMANÉ LOKALITY.....                            | 34        |
| 7.2. MĚŘENÍ NA LOKALITĚ .....                                | 34        |
| <b>8. VÝSLEDKY .....</b>                                     | <b>35</b> |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>9.DISKUZE .....</b>             | <b>39</b> |
| <b>10. ZÁVĚR .....</b>             | <b>41</b> |
| <b>11. POUŽITÁ LITERATURA.....</b> | <b>42</b> |
| <b>12. PŘÍLOHY .....</b>           | <b>46</b> |



## SEZNAM TABULEK, OBRAZKŮ A GRAFŮ

### Tabulky:

|   |           |
|---|-----------|
| Tab. č. 1 – Přehled výskytu symptomů a škodlivých činitelů zjištěných u Populus sp. na plantážích RRD v období 2006 - 2010 (Mertelík a Kloudová, 2011)..... | (str. 31) |
| Tab. č. 2 – Průměrný, minimální a maximální objem větví / 1 strom.....  | (str. 36) |
| Tab. č. 3 – Průměrné d 10 cm a d 1,3 m.....   | (str. 36) |
| Tab. č. 4 – Objemy větví na stromech 1 – 20.....  | (str. 36) |
| Tab. č. 5 – Hmotnost větví.....   | (str. 37) |

### Obrázky:

|   |           |
|---|-----------|
| Obr. č. 1 – Klon J –105 (Weger, 2011).....  | (str. 14) |
| Obr. č. 2 – Řízky ( <a href="http://www.rychlerostoucitol.cz">www.rychlerostoucitol.cz</a> ) .....              | (str. 19) |
| Obr. č. 3 – Schéma a tvar výsadby (Weger, 2003).....  | (str. 20) |
| Obr. č. 4 – Pařezový vrták ( <a href="http://www.beckov.cz">www.beckov.cz</a> ).....                            | (str. 27) |
| Obr. č. 5 – Mandelinka topolová ( <a href="http://www.rychlerostoucitol.cz">www.rychlerostoucitol.cz</a> )..... | (str. 31) |
| Obr. č. 6 – Umístění lokality, M 1: 10000 ( <a href="http://www.mapy.cz">www.mapy.cz</a> ).....                 | (str. 46) |
| Obr. č. 7,8 – Pohled na tříleté topoly (zdroj – vlastní).....   | (str. 46) |

### Grafy:

|   |           |
|---|-----------|
| Graf č. 1 – Tloušťky měřených stromů v d 1,3 m.....                     | (str. 35) |
| Graf č. 2 – Graf znázorňující objem větví na jednotlivých stromech..... | (str. 36) |
| Graf č. 3 – Zastoupení jedinců podle objemu biomasy větví.....          | (str. 37) |
| Graf č. 4 – Závislost objemu větví na průměru kmene v 1,3 m.....        | (str. 38) |

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

RRD – Rychle rostoucí dřeviny

VÚLHM – Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti

## 1. ÚVOD

Vzhledem k tomu, jak rychle mizí naše zdroje fosilních paliv a jak přibývá spotřeba energie přichází otázka, jak tento problém řešit. Jednou z možností je pěstování tzv. rychle rostoucích dřevin (RRD). Pokud budeme s RRD správně hospodařit, mohou se stát nevyčerpatelným zdrojem.

První plantáž byla u nás založena v roce 1994. Pomalý rozvoj neumožnil ani zvyšování efektivity v mechanizaci (Weger a kol., 2004). Od devadesátých let proběhlo spousta výzkumů, s cílem pomoci pěstitelům maximalizovat produkci biomasy. V našich podmínkách se ukázal jako nejproduktivnější japonský topol, který vykazuje podle Šinkory (2008) při tříletém cyklu výnos až  $187 \text{ t}_{\text{su}} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Tyto topoly se nejčastěji vysazují na zemědělské plochy. Sklizeň plantáží se provádí několika způsoby. Základní rozdíl je v tom, zdali potřebujeme suchou štěpku s obsahem vody okolo 20% nebo mokrou s obsahem vody cca 50%. Mokrou štěpku lze spalovat pouze v teplárnách a elektrárnách, kde mají předsoušecí zařízení. Při získávání suché štěpky se nejčastěji stromy podříznou a položí mezi řádky. Tam leží několik měsíců a až poté jsou štěpkovány. Štěpka je poté ve většině případů spalována za účelem získání tepelné energie. Není to ale jediné využití. Tento materiál vykupují s oblibou i papírny nebo biorafinerie. Cena se v současné době pohybuje v rozmezí od 1400 – 1800 Kč/t. Topoly však neplní jen funkci biomasy, ale mají i jiné pozitivní dopady z hlediska zlepšení okolního prostředí. Jsou sázeny na plochách, které by jinak ležely ladem, a tudíž dokáží lépe zadržovat vodu při deštích, v porovnání s plochami neosázenými. Zvyšují biodiverzitu a v neposlední řadě tvoří izolační vrstvu, což je také výhodou.

Využití dřevní biomasy je považována za ekonomickou a ekologickou možnost jak vyrábět elektřinu z regionálních zdrojů. Lokálně mohou plantáže přispět ke snížení eroze půdy a poskytují možnost k recyklaci organických zbytků, jako jsou kaly nebo hnoje. Dále také přispívají ke snížení míry  $\text{CO}_2$  (Labrecque a kol., 2005).

## **1.1. CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je shromáždit informace o japonském topolu v ČR. Změřit a zhodnotit růstové parametry japonského topolu a určit biomasu větví a celkovou biomasu stromu bez asimilačních orgánů.

Rešeršní část se zabývá seznámením s topoly. Dále se zde popisuje pěstování topolů od založení plantáže až po rušení plantáže. Poslední část rešerše je o pěstebních rizikách a mimoprodukčních funkcích japonského topolu.

Druhá část je zaměřena na vlastní pokus s daty naměřenými na plantáži japonských topolů ve Vráži u Písku. Cílem této části je zjištění objemu biomasy větví japonského topolu, jeho porovnání s celkovým objemem a s výsledky jiných autorů.

## 2. TOPOL

Rod topol spadá pod čeled' vrbovité a společně s vrbami tvoří dřeviny známé jako rychle rostoucí. Topol se dobře kříží, a tak vzniká spousta poddruhů a kultivarů. Dřevo je světlé, lehké a dobře se štípe. V nábytkářství je používáno pro výrobu dých, překližek nebo jako obalový materiál. Dříve bylo využíváno listí jako potrava pro dobytek a z pupenů se lisoval olej. V dnešní době je dřevo využíváno hlavně pro řezbářskou činnost a jako palivo (Celjak a kol., 2007).

Dříve byly topoly a vrby pěstovány na málo úrodných půdách, březích řek nebo v zamokřených oblastech a sloužily jako zdroj paliva. Také byly využívány jako větrolamy pro zlepšení výnosu zemědělských plodin (Heilmann, 1999).

V Evropě, zvláště pak ve Švédsku, se v moderním lesnictví dala přednost jehličnanům, což vedlo k odstraňování listnatých dřevin z lesů. Topoly byly označeny jako „plevelné dřeviny“ a byly odstraňovány zejména jako protipožární ochrana. Tento postoj částečně změnil nový zákon o biodiverzitě (Karačič, 2005).

Podle Teresi Brage Tuñón (2009) je ve Švédsku cca 500 ha topolových plantáží. To je o polovinu více než u nás. Dřevo je ve Švédsku využíváno pro výrobu celulózy, papíru a pro energetické účely.

### 2.1. TOPOL ČERNÝ (*POPULUS NIGRA*)

Topol černý je pionýrská dřevina obsazující oblasti kolem toků, které jsou dobře prosvětleny. Je to naše domácí dřevina, jejíž areál se táhne od Španělska až po západní Sibiř v nížinách povodí řeky Jeniseje. Pro dobrý růst potřebuje pohyblivou vodu v půdě. Pokud je substrát v půdě dobře provzdušněn, je schopen růst i na výsypkách nebo haldách. Dokáže snášet záplavy trvající až 50 dnů. Jeho původ u nás spadá do úvalů řek. Výškové rozšíření sahá od nížin až po oblasti okolo 800 m n. m. V areálu má zastoupení dosti mezernaté. Jako solitér tvoří mohutné kmeny a velké koruny. Proto je velice vhodný jako větrolam (Mottl, 1989).

Topol černý je často vysazován okolo cest nebo vodních toků jako ochranné stromořadí. Je náročný na provzdušněné půdy a to zejména v prvním roce růstu, kdy je dýchání kořenů několikrát vyšší než u jiných dřevin. Kořeny sahají až 30 metrů do šířky a několik metrů do hloubky. Na kyselých půdách je topol choulostivý. Nejlépe se mu daří na půdách s neutrální nebo slabě kyselou půdní reakcí (Celjak a kol., 2007).

Listy jsou asi 10 cm dlouhé, střídavé, dlouze řapíkaté a po obvodu pilovité. Květem jsou převislé jehnědy. Samčí jsou kratší než samičí. Plodem je vejcovitá tobolka obsahující množství ochmýřeného semene (Celjak, 2010).

## **2.2. TOPOL MAXIMOVIČŮV (*POPULUS MAXIMOWICZII*)**

Areál tohoto topolu se rozkládá od 35° po 62° severní šířky, asi 3000 km od jihu k severu. První klon tohoto topolu byl do ČR dovezen v roce 1960. V domovině dorůstá až 30 metrů výšky. U nás se ukázalo, že tomuto druhu vyhovují svahové hlíny, které jsou dobře zásobeny vodou. Pokud kořeny dosáhnou podzemní vody, snáší i chudé písčité půdy. Luhy se ukázaly jako nevhodné. Do lesních porostů a pro rekultivaci ho nelze doporučit. Poměrně dobře roste v mrazových kotlinách na chudých písčích (Mottl, 1989). Nejdůležitějším přínosem tohoto topolu je zkřížení s topolem černým za vzniku klonu MAX – 5 a MAX – 4.

## **2.3. JAPONSKÝ TOPOL**

Japonský topol neboli Japan se pěstuje v Evropě od 70. let. Japan je kříženec topolu černého a topolu maximovičova (*Populus nigra* × *Populus maximowiczii*), který byl vyšlechtěn v Japonsku pro papírenský průmysl. Na trhu můžeme nalézt mnoho klonů. Na našem území se nachází 250 ha topolových plantáží, což je nejmenší počet ze všech okolních zemí. Přestože se uvádí, že se u nás pěstují dva klony – označované nejčastěji jako J – 105 a J – 104 – analýzy DNA z více než 40 vzorků odebraných z českých plantáží Japanů ukázaly, že se u nás pěstuje téměř výhradně klon J – 105. Délku obmýtí je u japanů možno v průběhu životnosti plantáže měnit v rozsahu 2 – 5 let (Weger, 2011). Sklizeň probíhá nejčastěji po 3 – 6ti letech podle účelu využití dendromasy. Pokud předpokládáme životnost plantáže 20 – 25 let, je plantáž sklizena 4 až 5 krát. V kratším obmýtí se nedoporučuje sklízet z důvodu snížení výnosu za celkovou dobu plantáže. Pro sklizeň je nejvhodnější zimní období. V pletivech je obsah vody nejnižší z celého roku a půda je úrodnější. (Weger; Havlíčková, 2002).

Pro japonský topol je důležitá přítomnost vody v půdě. Japonský topol vytranspiruje na vytvoření 1 kg sušiny 500 l vody. Topoly velmi dobře snášejí i několika týdenní záplavy, které jsou prospěšné také tím, že v lokalitě neustále doplňují živiny. Dalším důležitým faktorem je půdní reakce, která by měla být neutrální až slabě kyselá (Celjak, 2010). Všechny zkoušené klony topolů v prvním roce po výsadbě

dosáhly průměrné výšky 0,7 až 1 m. Výraznější výšková diference mezi klony začíná až v následujících letech a zejména po první sklizni (Kohout a kol., 2010).

Energie získaná spalováním se často srovnává s hnědým uhlím. Samozřejmě se nemůže rovnat našim původním dřevinám jako je smrk ztepilý (*Picea abies*) nebo buk lesní (*Fagus sylvatica*), ale tato dřevina si to kompenzuje bleskovým růstem. Dle výsledků které uvádí Šinkora (2008) u šestiletého porostu dosahují topoly roční přírůstky průměrně 21,2 t sušiny na hektar. Při sklizni může takový strom měřit kolem šesti metrů s průměrem kmene 15 cm

Po několika letech testování se dá konstatovat, že výmladkové plantáže topolů jsou dobrou alternativou pro české zemědělce (Weger, 2011).

### 2.3.1. J-104 (MAX-5)

Jedná se o klon vzniklý v Japonsku křížením *Populus nigra* x *Populus maximowiczii*. Do České republiky byl poprvé přivezen v roce 1992. Od J – 105 se liší svým habitem a tvarem listů (viz obrázek č. 1). Vzhledem k nárokům a výnosovému potenciálu je stejný jako J – 105 (Čížek, Čížková 2009).

### 2.3.2. J-105 (MAX-4)

V České republice se jedná o nejrozšířenější klon pěstovaný pro energetické účely na plantážích. Svou oblibu si zasloužil dobrým vegetativním množením. Nemá rád kyselé půdy a vysokou hladinu podzemní vody. Je poměrně odolný vůči chorobám. Jediným problémem může být *Dotichiza populi*, kterou trpí i další hybridy, jenž mají v rodičovském páru topol černý (*Populus nigra*). Dobře snáší hustější spony a má velice dobrou ujmavost. Proti jarním prúsuškům je také poměrně odolný. V prvním roce po sklizni vytváří větší počet terminálních výhonů. Ty jsou v dalších letech redukovány na 2 – 4. Cyklus sklizně se doporučuje 4 – 6 let dle klimatického regionu (Jiránek a kol., 2012).

Obr. č. 1 – Klon J – 105 (Weger, 2011)



## 2.4. DRUHY A KLONY PRO PĚSTOVÁNÍ V LIGNIKULTURÁCH

Pro pěstování v krátkém obmýtí byly u nás ověřovány topolové klony ze sekce černých a balzámových topolů. K topolům černým patří také americký topol bavlníkový (*Populus deltoides*), topol hranatý (*Populus angulata*) a jejich vzájemné klony. Na základě ověřování na pokusných plochách Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) byly na konci 90. let vybrány produkčně nejlepší klony ve vazbě na stanovištní podmínky. V roce 2000 byl ve Věštníku MZe ČR zveřejněn seznam doporučeného sortimentu hybridních topolových klonů pro porosty s krátkou dobou obmýtí. Nejvýnosnější klony, které by měly tvořit základ klonových směsí v polohách do 300 m n. m., jsou:

- *Populus ×euroamericana* 'NL-B-132b'
- *Populus ×euroamericana* 'I-45/51'
- *Populus ×euroamericana* 'I-476'
- *Populus ×euroamericana* 'Blanc du Poitou'

Do klonové směsi je pak možné doplňovat další klony jako:

- 'Dolomiten'
- 'Eckhof'
- 'Flachslanden'
- 'I-500/53'
- 'Gelrica'
- 'Löns',
- 'Heidemij'
- 'Neupotz' (až do 400 m n.m.).

Ve výzkumné stanici v Uherském hradišti pokračuje VÚLHM v programu ověřování nových klonů, aby bylo možné některé starší nahradit novými.

Méně známá je u nás sekce balzámových topolů. Dosavadní výsadby vykazují výborné produkční vlastnosti v polohách až 700 m n. m. Na pokusných plochách VÚLHM byly již ověřovány klony (*Populus trichocarpa*) a jeho hybridů s (*Populus maximowiczii*). Pro pěstování jsou doporučeny klony:

- 'Oxford',
- 'Androscoggin'
- 'NE-42'
- 'Fritzi Pauley' (Čížek, 2007).

## 2.5. DRUHY A KLONY PRO PĚSTOVÁNÍ PLANTÁŽÍ RRD

Ve Věštníku MZe ČR byl v dubnu roku 2004 zveřejněn seznam klonů rychlerostoucích dřevin pro zakládání plantáží, jenž byl schválen Ministerstvem životního prostředí ČR.

Hospodářsky perspektivní skupinou jsou v dnešní době hybridy mezi druhy ze sekce černých a balzámových topolů, které jsou testovány pro využití na plantážích s velmi krátkým obmýtím. Pro naše podmínky jsou to kultury s délkou cyklu 3 – 6 let. To se opakuje v průběhu životnosti plantáže po dobu 15 – 20 let.

Po roce 1990 se do České republiky dostaly dva nejznámější klony z Rakouska. U nás jsou tyto klony množeny pod názvem J – 104 a J – 105. Tyto klony byly vyšlechtěny na vysoký výnos ve velmi hustém sponu. Mají nejvyšší ujmavost řízků a velkou toleranci k patogenům. Z těchto důvodů jsou dobrou ukázkou významu šlechtění odrůd na konkrétní vlastnosti stanoviště.

Další topolové klony v současné době doporučované pro energetické plantáže byly v minulosti získány do VÚLHM pro lesnický výzkum z několika světových šlechtitelských pracovišť. Jedná se o klony:

- 'Androscoggin' (*Populus maximowiczii* × *P. trichocarpa*) z USA
- 'Oxford' (*Populus maximowiczii* × *P. ×berolinensis*) z USA
- 'NE 44' (*Populus maximowiczii* × *P. ×berolinensis*) z USA
- klon P – 468 (*Populus trichocarpa* × *P. koreana*) z Velké Británie
- klon P – 473 (*Populus deltoides* × *trichocarpa*) z Polska
- klon 'Gomel 2' (blíže neurčený hybrid balzámového topolu)
- klon P – 410 totožný s klonem P – 412 (*Populus nigra* × *simonii*) je výsledkem novošlechtění 'CZ-2354/58' z VÚLHM
- klon 'NL-B-132b' (*Populus ×euroamericana*) z Holandska.

V dlouhodobých pokusných výsadbách se nejlépe osvědčily klony 'Androscoggin' a 'Oxford'. Naopak klon 'NL-B-132b' nevykazuje dobrou toleranci k hustým výsadbám. Další klony zatím nejsou v dlouhodobých pokusech otestovány, jejich hodnocení je spíše krátkodobého charakteru (Čížek, 2007).



### **3. BIOMASA**

Biomasu lze definovat jako hmotu organického původu. Z toho vyplývá, že se jedná o veškerou živou přírodu kolem nás. Mluvíme-li o energetickém využití biomasy, myslíme především dřevní hmotu a jiné energetické rostliny vhodné pro spalování. Energetická biomasa se skrývá pod každou bylinou, keřem, či stromem (Celjak, 2008).

Biomasa lze rozdělit na rostlinnou a živočišnou. Rostlinná biomasa je nazývána fytomasou. Podrobněji můžeme definovat biomasu jako organickou hmotu převážně rostlinného původu, vznikající opakovaně na Zemi za pomoci fotosyntézy z CO<sub>2</sub>, vody a sluneční energie. Za velice důležitý zdroj považujeme i RRD jejichž účelem je hlavně energetická produkce (Kohout a kol., 2010).

Plodiny, které lze využívat pro energii jsou uvedeny v Příloze k nařízení vlády č.80/2007 Sb. V dnešní době jsme se dostali do situace, kdy jsou energetické účely upřednostňovány před potravinářstvím. Rostlinná biomasa má pozitivní vliv na globální ekosystém. Základní proces probíhající v přírodě je fotosyntéza. Fotosyntéza zajišťuje vazbu vody, sluneční energie a CO<sub>2</sub> při vzniku složitějších organických látek. Uhlík je ukládán v rostlinné biomase a po spálení se dostává zpět do atmosféry, odkud může být znova využit. Velikou výhodou je obnovitelnost biomasy. V dnešní době není tak silný tlak na zakládání energetických lesů, protože máme ještě dostatek fosilních paliv (Celjak, 2008).

#### **3.1. ROZDĚLENÍ BIOMASY**

Murtinger (2007) dělí biomasu z hlediska využití na dvě základní skupiny. Biomasa suchá, jejíž vlhkost nepřekročí 40 % a je ji možné po vysušení spalovat a vlhká biomasa s vlhkostí nad 40 %, jež je využívána nejčastěji k výrobě bioplynu.

Podle Kouhouta a kol. (2010) je biomasa dělena do tří skupin podle využití a pěstování na zemědělskou, lesní a zbytkovou.

##### **3.1.1. ZEMĚDĚLSKÁ BIOMASA**

Je stanovena vyhláškou č. 482/2005 Sb. ve skupině 1, 2 a můžeme ji rozdělit na:

- cíleně pěstovanou biomasu
- biomasu obilovin, olejnin a přadných rostlin
- trvalé travní porosty

- rychle rostoucí dřeviny pěstované na orné půdě
- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny

Přínosem zemědělské biomasy je zadržování vody v krajině a efektivní využívání přebytků ze zemědělské výroby. Je také výhodná v místech s nevyužitou technikou a v oblastech s vysokou nezaměstnaností (Kohout a kol., 2010).

### **3.1.2. LESNÍ BIOMASA**

Je stanovena vyhláškou č. 482/2005 Sb. ve skupině 3. Lze ji rozdělit na:

- palivové dřevo
- zbytky z hospodaření v lesích

Jako palivo může být využita dendromasa z dřevařského průmyslu a z lesnické činnosti jako jsou např. probírky, prořezávky nebo odřezky z pilnic. Lesy v ČR jsou historicky využívány zejména jako hospodářské. Hlavním principem je trvale udržitelné hospodaření, ochrana životního prostředí a ochrana přírody (Kohout a kol., 2010)

### **3.1.3 ZBYTKOVÁ BIOMASA**

Zbytkovou biomasu ustanovuje vyhláška č. 482/2005 Sb. ve skupinách 4 a 5.

Tvoří ji vedlejší produkty a zbytky z:

- papírenského průmyslu
- potravinářského průmyslu
- průmyslu zpracování dřeva
- živočišného průmyslu
- ostatního průmyslu
- biologicky rozložitelný odpad
- lihovarnické výpary

Tato biomasa se dá využít jako palivo. Z největší části je tvořena dřevní hmotou z těžby dřeva, probírek atd. (Kohout a kol., 2010).

## 4. ZAKLÁDÁNÍ PLANTÁŽÍ RRD

### 4.1. REPRODUKČNÍ POROSTY RRD

Reprodukčním porostem se rozumí porost, který je zdrojem sadebního materiálu pro zakládání plantáží, nebo-li matečnice. Matečnice je každoročně reprodukována v době vegetačního klíku. To je prováděno ořezáváním na tzv. hlavu. Řez na hlavu je prováděn v různých výškách. Založení výšky hlavy závisí hlavně na místních podmínkách a potřebách pracovníků, jenž matečnice obhospodařují. Nejčastěji jsou hlavy zakládány ve výšce 0,15 – 1,0 m nad zemí.

Jednoleté výhony se odstříhují podle jejich tloušťky nůžkami. Celé výhony jsou pak rozděleny na řízky. To se provádí stříháním nebo řezáním na jemné kotoučové pile. Délka řízků je minimálně 20 cm. Tloušťka na horním konci může být větší než doporučených 8 mm (viz obrázek č. 2).

Životnost reprodukčních porostů se uvádí maximálně 10 let v dobrém zdravotním stavu. Kontrola výskytu škodlivých organismů je v matečnicích velice důležitá, aby se včas zachytil jejich výskyt a nedocházelo k šíření s prodáváním reprodukčním materiálem (Čížek, 2007).

Obr. č. 2 – Řízky ([www.rychlerostoucitol.cz](http://www.rychlerostoucitol.cz))



### 4.2. VÝBĚR STANOVIŠTĚ PRO ZALOŽENÍ PLANTÁŽE RRD

Výběr vhodné lokality je pro pěstování RRD jednou z nejdůležitějších částí. Jedním z důvodů výběru lokality je fakt, že produkční schopnost topolů je závislá na patřičných půdně-klimatických podmínkách. Abychom dopředu posoudili úspěšnost plantáže, potřebujeme rozbor půdy. Ten je ale velice drahý a tak ve většině případů postačuje orientační posouzení na základě bonitované půdně-ekologické jednotky (BPEJ) (Kravka a kol., 2012). BPEJ je pětimístný číselný kód udávající půdní a klimatické podmínky. První číslo kódu BPEJ značí příslušnost ke klimatickému regionu. V České republice je deset klimatických regionů. Ty byly rozděleny podle údajů Českého hydrometeorologického ústavu. Další dvě čísla určují příslušnost

k hlavní půdní jednotce. Čtvrtá číslice udává svažitost spolu s expozicí a z páté se dá zjistit hloubka půdního profilu a skeletovitost (Celjak a kol, 2007).

Plantáže RRD doposud nevznikají na našich nejúrodnějších půdách. Pro plantáže jsou využívány stanoviště půdně a klimaticky méně vhodná. Proto je velice důležité, aby byla dobře zvolena dřevina a klon pro danou lokalitu (Weger a kol., 2002).

Čížek (2007) uvádí optimální charakteristiky pro efektivní produkci biomasy:

- klimatický region – s ročním úhrnem srážek nad 500 mm a současně s průměrnou roční teplotou minimálně 7 – 8° C
- hloubka půdy – půdy s hloubkou minimálně 60 cm
- skeletovitost půdy – půdy bezskeletovité až slabě skeletovité
- sklonitost – rovina až mírný svah
- nadmořská výška – do 500 m
- výška hladiny podzemní vody – od 0,5 m do 3 m.

### **4.3. PŘEDSADEBNÍ PŘÍPRAVA**

Úkolem předsadební přípravy je zajištění příznivých podmínek pro růst topolů. Toho dosáhneme, jen když budeme dodržovat některé zásady.

S přípravou půdy bychom měli začínat rok před výsadbou. V první řadě jde o odstranění plevelů vegetačních orgánů v nadzemní části. Chemická ochrana není doporučována z důvodu ochrany přírody. Weger a kol. (2002) preferují mechanické odplevelování spolu s využitím přípravných plodin. Podzimní orbu je vhodné provést tak, aby nebylo nutné na jaře znovu orat. Kdyby se porušila půda i na jaře došlo by k porušení kapilarity a to by v případě přísušku mělo špatné následky na výsadbu. Pokud je nutná i jarní orba, provádí se co nejdříve. Půda ve větších hloubkách obsahuje méně živin. Pouštíme-li se tedy do oddrňování, musíme dávat pozor, abychom brali jen tenký povrchový drn (Celjak a kol., 2007).

### **4.4. PŘÍPRAVA SADEBNÍHO MATERIÁLU**

Při zakládání plantáže pro energetické účely jsou nejvhodnější řízky z jednoletých výhonů. Tyto výhony se každý rok seřezávají ve speciálních porostech nazývaných matečnice. Nejvhodnější doba sklizně tohoto sadebního materiálu je únor

až březem. Výhony se poté krátí pomocí pil, nůžek a jiných nástrojů na řízky o vhodné velikosti. Nejčastěji jsou používány pásové pily, které zanechávají hladký řez a tím nepoškozují tolik pletiva. Standardní délka řízku je 18 – 22 cm s tloušťkou 0,5 – 2,5 cm. Větší řízky jsou vhodnější do podprůměrnějších lokalit. Důležité však je, aby řízek obsahoval nejméně tři pupeny.

Teresa Brage Tuñón (2009) se ve své práci zmiňuje o výzkumu v Severní Americe, kde zjistili, že zakořenění řízků o délce 10 cm bylo úspěšnější než zakořeňování s řízky o délce 5 cm.

Před výsadbou řízky skladujeme při teplotě 2 – 4° C a vysoké vzdušné vlhkosti. Pro delší skladování je vhodná teplota okolo 0° C. Před výsadbou je prospěšné namočit na jeden den řízky do vody. Je to účelné zejména na lokalitách s jarními přísušky. Pro extrémně nepříznivé lokality lze využít zakořeněné řízky. Sadební materiál je dodáván v souladu se školkařskými zásadami. Na štítku se uvádí sadba, dodavatel, klon a počet. Tyto údaje je třeba přepsat do evidenčního listu porostu (Weger, 2007; Celjak a kol., 2007).

## **4.5. VÝSADBA RRD**

Doba výsadby řízků topolů se odvíjí hlavně od počasí v dané lokalitě a půdních podmínek. Většinou jsou řízky topolů sázeny od poloviny března do konce dubna, hned jak dovolí sazečům půdní vlhkost přístup na plochu (Weger a kol., 2002).

Z praktického hlediska se dají zvolit dva termíny pro výsadbu řízků. Jarní termín, který je častější a termín podzimní (Kohout a kol., 2010).

### **4.5.1. JARNÍ TERMÍN VÝSADBY**

V ČR je tento termín pro výsadbu výmladkových plantáží nejpoužívanější. Důvodem je ideální zakořenění řízků. Nejvhodnější je provést výsadbu ihned po rozmrznutí půdy, kdy je nevyšší vzcházivost. Podle zahraničních autorů se má výsadba provádět při teplotě půdy 5° C. Tato teplota je vhodná pro růst kořenů (Kohout a kol., 2010).

### **4.5.2. PODZIMNÍ TERMÍN VÝSADBY**

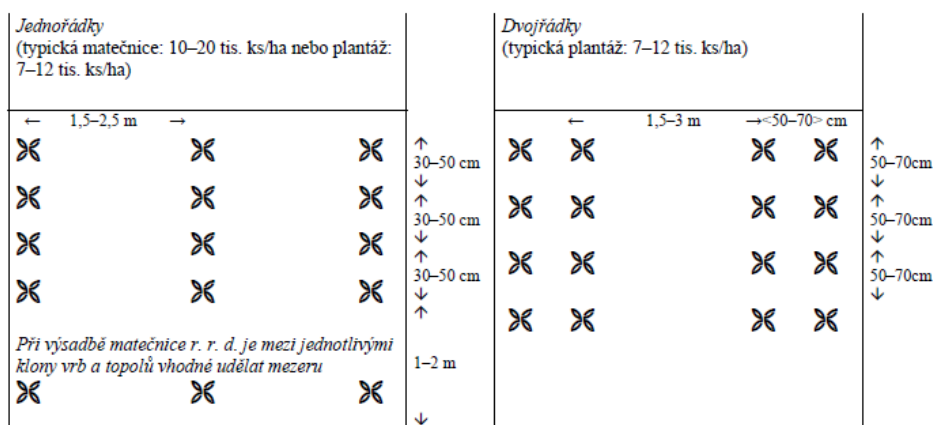
V ČR je tento termín využíván jen pro malé zkušební plochy. Termín výsadby je říjen až listopad. Topoly mají značné ztráty oproti jarnímu termínu výsadby (Kohout a kol., 2010).

## 4.6. TECHNOLOGIE VÝSADBY

Pro naše podmínky jsou využívány dva způsoby výsadby:

- 1) Jednořádky ve sponech (0,5 – 0,3 m) x (1,5 – 3 m – mezi jednořádky)
- 2) Dvořádky ve sponech (0,75 m) x (0,75 m) a (1,5 – 3 m mezi dvořádky)
- 3) Pro matečnice je používán jednořádkový spon: (0,5 – 0,25 m) x (1,5 – 2 m – mezi jednořádky)

Obr. č. 3 – Schéma a tvar výsadby (Weger, 2003)



Spon se odvíjí zejména od používané mechanizace pro výsadbu a odplevelování. Dvořádky se začali používat zejména kvůli mechanizaci pro sklizeň. Na zaplevelených lokalitách jsou nevhodné z důvodu náročné ruční údržby uvnitř dvořádku. Pro výrobu řízků jsou vhodnější jednořádky.

Řízky lze sázet jak ručně, tak i mechanizovaně. U mechanizované výsadby je postup dán dle typu sazeče. Postup je obdobný jako u lesních dřevin. Je velice důležité, aby řízky netrčely z půdy. Prostor okolo řízku by měl být dostatečně utužen.

Při ruční sadbě se řízky ukládají do připravené půdy rovně nebo mírně šikmo. Je-li půda slehlá, můžeme si pomoci sazečem. Tím rozrušíme půdu a poté vložíme řízek. Pro udržení roviny je vhodné natáhnout provázek. To nám později usnadní mechanizovanou údržbu.

Kohout a kol. (2010) uvádí, že v zahraničí jsou běžně používány speciální sazeče topolů. Princip spočívá v tom, že na zadní části sazeče jsou obsluhou podávány prýty. Ty stroj po jednom zapichuje do země a poté je strojově zkracuje na požadovanou délku.

Pokud se jedná o kypré půdy, měl by řízek vyčnívat maximálně 3 cm. Pro jílovité půdy je vhodné ponechat řízek koukat 3 – 5 cm nad povrch (Celjak a kol., 2007).

Způsob méně obvyklý je zakopávání celých 1 – 2 letých prýtů do rýhy o hloubce 5 – 10 cm. Tento způsob se osvědčil pro mechanizovanou výsadbu větších porostů. Vylepšování sazenicemi je velice drahé a proto je potřebné dosáhnout ujmavosti nejméně 80 %. V Itálii jsou vypěstovány jednoleté sazenice topolů v přehoustlých výsadbách a druhým rokem jsou po úpravě sázeny na plantáž. Tím dosahují ujmavosti téměř 100 %. Cena je však značně vyšší (Weger a kol., 2002).

#### **4.7. ÚDRŽBA PLANTÁŽE V DALŠÍCH LETECH PO VÝSADBĚ**

V první řadě je klíčovou operací včasná a precizní eliminace buřeně. Pokud byla provedena příprava půdy, začíná buřen konkurovat 1 - 2 měsíce po výsadbě. Pokud je půda živinově bohatá může být první odplevelování nutno provést v prvním měsíci po výsadbě. Plevel může škodit jak v podzemní části odebíráním živin z půdy, tak i v nadzemní pohlcováním světla a zastiňováním topolů (Kravka a kol., 2012).

Odplevelování je velice důležitý krok ke zdárnému dovedení porostu do mýtního věku. Máme několik způsobů jak se s plevelem vypořádat. Celjak a kol. (2007) udává četnost zásahů a to: 4 – 6 x v prvním roce, 3 – 5 x ve druhém a 2 x ve třetím roce.

Na menších plochách můžeme plevel odstraňovat ručně. Nejvýhodnější a nejpoužívanější je však mechanizované vyžínání. Pro menší plochy postačují sekačky nebo křovinořezy. Pro větší plochy motorové plečky, rotavátory nebo mulčovače. Pro zlepšení místního mikroklimatu je vhodné mulčování meziřádků posekanou zelenou hmotou. Dochází tím ke zvýšení půdních mikroorganismů, zvýšení vlhkosti půdy a také se snižuje eroze (Kravka a kol., 2012).

Chemická ochrana je velice drahá a pracná. Musíme si uvědomit, že pracujeme s chemikálií, která může poškodit topoly, nebo zamořit okolí. Topoly a vrby jsou proti Roundapu velice citlivé. Při aplikaci se musí používat kryty a nebo využít smýkání knotu namočeném v Roundapu (Kohout a kol., 2010).

##### **4.7.1. HNOJENÍ**

Zákon 156/1998 Sb. v § 2 popisuje hnojivo jako látku obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce.

Hnojení se provádí jen na chudých půdách. Orné půdy jsou většinou pro topoly dostatečně zásobené živinami. Je prokázáno, že topoly na chudých stanovištích reagují

na zvýšení dusíku v půdě zlepšením růstu. Na půdách bohatých nemá hnojení vliv na celkový výnos.

V Rakousku je doporučován zpětný odběr popela ze spaloven a navrácení do půdy. Ve spalovnách však nesmí dojít k míšení s průmyslovými zbytky, aby nedošlo ke kontaminaci popela. Kdy lze popel aplikovat uvádí § 9 (Kohout a kol., 2010).

Pro hnojení lze využít i čistírenské kaly. Čistírenské kaly jsou složitou soustavou anorganických a organických látek odsazených z odpadních vod. Kromě užitečných prvků se v kalech nachází i těžké kovy. Kaly jsou aplikovány na plantáže pomocí rozmetadel. Aplikace se provádí jednou za sklizeň (Kotovicová; Vaverková, 2012).

#### **4.8. SKLIZEŇ DENDROMASY**

Nejdůležitějším předpokladem výnosnosti RRD na zemědělských půdách je nasazení správné mechanizace. Podle dosavadních zkušeností tvoří náklady na sklizeň 30 – 60 % celkových nákladů. Na to jak je produkce rychlerostoucích dřevin relativně mladé odvětví získávání dendromasy, existuje mnoho technologií pro jejich sklizeň (Scholz, 2009).

Sklizeň probíhá v relativně krátké době obmýtí, která se u nás pohybuje kolem 4 – 6ti let. Výhodou je, že pokud není v daný rok odbyt, můžeme smýcení porostu posunout na rok následující. Nejvhodnější doba sklizně pro následné štěpkování jsou zimní měsíce, kdy je obsah vody v pletivech nejnižší. Zimní období je vhodné i z hlediska únosnosti terénu (Kohout a kol., 2010).

Zimní období se využívá také proto, že stromy jsou bez olistění. Přesný měsíc však nejde určit. Každý rok je jiné počasí a zima se dostavuje pokaždé jinak. Na Jihočeské univerzitě se přesvědčili o tom, že obsah vody nemusí být vždy v zimních měsících nejnižší. Obsah vody je důležitý pro výpočet výhřevnosti a kalkulaci množství dřevní hmoty (Celjak a kol., 2007).

Sklizeň se skládá ze tří částí. První je pokácení stromu, druhá zpracování stromu na požadovaný sortiment a třetí transport k odběrateli. Pokácení stromu se dá dělat několika způsoby. Jako nejnáročnější, ale nejméně nákladnou patří ruční těžba pilou či mačetou. Tento způsob je však použitelný jen na malých plochách. Pro větší celky je vhodná ruční motorová řetězová pila. Pro plantáže do 1 ha by měla stačit farmářská pila s objemem 40 – 50 cm<sup>3</sup>. Hodinový výkon při moto-manuálním kácení stromů na plantáži se pohybuje kolem 30 – 50 stromů. Pro plantáže velkého rozsahu (desítky ha) je nezbytné nasazení velké techniky. Jsou to zejména jednořádkové adaptéry



za traktor. Je velice důležité, aby při podřezávání nedocházelo k poškozování spodní části. Při poslední sklizni už na to však dbát nemusíme (Kravka a kol., 2012).

V České republice jsou využívány 2 hlavní způsoby sklizně. Scholz (2009) ve svém článku: RRD- technologie sklizně udává ještě třetí způsob.

#### **4.8.1. POŘEZÁNÍ A ŠTĚPKOVÁNÍ**

Pro tuto formu jsou základní mechanizací 2 traktory, dva přívěsy s vysokými bočnicemi, štěpkovač poháněný traktorem a motorová řetězová pila. Nejprve zahajuje práci pilař s pomocníkem. Pomocník ukládá stromy kolmo na osu řad. Měli by být ukládány takovým způsobem, aby dolní část stromu směřovala do míst, kde později pojede traktor se štěpkovačem a přívěsem. To je důležité kvůli ukládání stromů do štěpkovače. Štěpkování je zahájeno po dokončení těžby. Souprava projíždí podél řad se stromy a pracovníci je vkládají do štěpkovače (Kohout a kol., 2010).

Ochodek a kol. (2007) rozděluje štěpkovače podle sekacího mechanismu na:

- diskové štěpkovače – Tento druh je nejrozšířenější, nejvýkonnější a vyznačuje se i kvalitou štepky. Nože jsou umístěny na rotujícím disku.
- bubnové štěpkovače – Nože jsou umístěny po obvodu rotujícího válce a štěpkovač funguje na principu hoblovačky. Je vhodný pro menší suroviny.
- šroubové štěpkovače - Využívají se pouze pro malé štěpkovače.

V zahraničí jsou využívány speciální sklízecí stroje o vysokém výkonu. Vznikají kooperace několika pěstitelů, kteří mohou vytvořit sdružení za účelem efektivního využívání sklízecích strojů. Tyto stroje se vyplatí pro velké rozlohy (Weger; Havlíčková, 2002).

Důležitým kritériem štěpkovačů je jejich konstrukce a maximální přípustná tloušťka zpracovatelné hmoty. Předpokládaný výkon se pohybuje od 3 m<sup>3</sup>/hod s maximálním průměrem 6 cm až po 6 m<sup>3</sup> a tloušťce 15 cm. Výkon je ovlivněn rychlostí podávání stromů do štěpkovače (Kravka a kol., 2012).

Další možností mohou být drtiče. Ty se liší od štěpkovačů svým pracovním nástrojem, jímž je kladivo. Kladiva u drtičů je možno dělit na volná a pevná. Mohou být vyrobena z různých materiálů. Z hlediska otáček rotoru můžeme drtiče dělit na rychloběžné (900 – 1200 za minutu) a pomaluběžné (36 – 46 otáček za minutu) (Kohout a kol., 2010).

#### **4.8.2. POŘEZÁNÍ A SNOPKOVÁNÍ**

Metoda snopkování byla vyvinuta ve Švédsku. Odřízlé kmínky se váží do snopků po 2 – 3 tunách. Poté se mechanizovaně ukládají, aby přes léto klesl obsah vody pod 30 %. Na podzim se štěpkují a štěrka se odváží na spálení. Je tu sice jedna operace navíc, ale palivo je kvalitnější (Sladký, 1999). Tuto technologii lze provádět jak manuálně tak mechanizovaně. Pro první variantu se používá křovinořez, nebo motorová pila. Přesun hmoty na okraj plantáže je prováděn také ručně. Varianta manuální sklizně se dá uplatňovat jen na malých rozlohách (2 – 3 ha). Pro větší celky je výhodnější použít speciální sklízecí stroj, jenž podřezává stromy v určité výšce a svazuje je do snopků. Snopky se poté ponechávají na hranicích pozemku, nebo se odvázejí. Výhodou této varianty je sklizení malých ploch bez využití mechanizace (Kohout a kol., 2010).

#### **4.8.3 METODA KMENOVÝCH VÝŘEZŮ**

Tato metoda vyžaduje minimálně 10ti letou dobu obmýtí. Je nasazována klasická lesnická technika. Jde o motorové pily a harvestory. Těžební technika kácí, odvětvuje a vytváří výřezy vhodných délek. Větve jsou poté odváženy nebo stěpkovány (Scholz, 2009).

#### **4.9. PŘEPRAVA MATERIÁLU**

Transport je zajišťován nejčastěji kontejnery. Ty mají výhodu, že mohou ležet na ploše a po naplnění je lze naložit na dopravní prostředek a odvést. Další možnosti mohou být přívěsy a návěsy. Jako tažná zařízení jsou využívány traktory a nákladní auta. Kulatina je dopravována prostředky používanými v lesnictví. Při blízkosti železnice lze uplatnit vagony. Musíme si však uvědomit, že nakládání a vykládání materiálu nás stojí další peníze (Kravka a kol., 2012).

#### **4.10. RUŠENÍ PLANTÁŽE RRD**

Kolem dvacátého roku dochází ke snížení výnosu plantáže pod úroveň ekonomické únosnosti. Proto v tomto okamžiku přistupujeme ke zrušení plantáže. Při likvidaci musí být dostatečně odstraněn kořenový systém, aby nedocházelo k obrůstání. Likvidace by měla být provedena co nejdříve po těžbě. Nikdy nestačí pouhé odstranění pařízků nebo překrytí pařízků vrstvou půdy. Pokud by byla narušena živinová rovnováha půdy je třeba půdu připravit pro pěstování následující plodiny.

### **Kořeny mohou být zajímavým zdrojem z několika důvodů:**

- mají vyšší výhřevnost než zbytek stromu
- kořenový systém zaujímá značnou část stromové masy (hmotnost očištěného kořene činí 58 kg v syrovém stavu)
- odstranění je považováno za službu zemědělcům (Kohout a kol., 2010).

Pro likvidaci plantáže bylo navrženo několik způsobů. Jeden z nich je rotační kladivový rozbíječ. Je nesen na třibodovém závěsu traktoru a rotor je poháněn vývodovou hřídelí. Pracovním prostředkem jsou speciální kladiva z tvrdokovu uchycena po obvodu rotoru. Účinnost je maximálně 40 cm do hloubky. Pro nastavení hloubky slouží kluzáky. Důležitým požadavkem je pravidelné otáčení rotoru. Výkon pro pojezd je dán různými faktory. Mezi nejdůležitější patří sklon a únosnost terénu, stav pneumatik a výkon traktoru. Dalším způsobem je likvidace rozrývačem. Rozrývač je nesen dozorem nebo grejdrem na zadní části. Hloubka je volena hydromotorem a může dosahovat až 50 cm. Pracovním nástrojem jsou nože (Celjak a kol., 2007).

V roce 1960 byl navrhnout italským výrobcem speciální vrták na odstraňování kořenů (viz obrázek č. 4). Byl nesen na třibodovém závěsu a byl dutý. Dostal se do hloubky 150 cm a poté byl vytažen. Po vytažení z půdy byl pomocí pístu kořen vytlačen. Tato technologie se používá hlavně v Itálii, Maďarsku a na Balkáně (Kohout a kol., 2010).

Obr. č. 4 – Pařezový vrták ([www.beckov.cz](http://www.beckov.cz))



## 5. PĚSTEBNÍ RIZIKA

Při zakládání plantáže by si měl každý uvědomit, jaká rizika jsou spojena s pěstováním. Mohou to být například choroby, škůdci, ale i stresové faktory jako kyselá půda, sucho apod. Proto by měl být před založením proveden pedologický, hydrologický a klimatický rozbor poměrů a posouzení ostatních charakteristik daného stanoviště. Nejúčinnější ochranou je správný výběr stanoviště a kvalitní sadební materiál. Tím dosáhneme zvýšené odolnosti proti škodlivým činitelům. Porosty, které jsou pěstovány nevhodně jsou oslabeny už od založení a jsou snadněji poškozovány. Celkovou vitalitu porostu lze zvýšit vysazováním směsi více klonů. Součástí prevence je také průběžná kontrola plantáže. Při zjištění škůdců či patogenů volíme v první řadě mechanickou a biologickou ochranu. Pokud však není dostatečná, přecházíme k ochraně chemické. K 1.1.2004 jsou uznány dvě kmenové matečnice jako zdroj reprodukčního materiálu, které vznikly reprodukcí klonů z centrální matečnice ve VÚLHM. Pravost a původ sadebního materiálu je uvedena ve spisu Potvrzení o původu reprodukčního materiálu. Kopii si může odběratel vyžádat od dodavatele. Po celou dobu je také důležité dodržovat hygienu (Čížková, Čížek 2006, Malinová 2006).

### 5.1. ŠKODY ZVĚŘÍ

V lokalitách s vysokým stavem zvěře může docházet k poškození kultur vytloukáním nebo okusem. Balzámové topoly trpí okusem méně, a proto lze jako ochranu volit vhodnou skladbu RRD (Koloničný, Hase 2011).

Klíma (2011) ve svém článku „Zkušenosti s pěstováním rychle rostoucích dřevin pro vlastní potřebu“ uvádí, že balzámové topoly nevyžadují žádnou ochranu proti okusu nebo ohryzu zvěří.

Vytloukáním srnčí zvěře jsou poškozovány pouze stromky, jejichž tloušťka se vejde mezi srnčí parůžky. Stromky s poškozenou kůrou po celém obvodu zasychají. Z tohoto důvodu jsou lokality s vyšším výskytem srnčí zvěře oplocovány (Kohout a kol., 2010).

Na oplocení není třeba žádné povolení ani ohlášení, jedná-li se o oplocení bez podezdívky (Kravka a kol., 2012). Další možností mohou být repelenty používané v lesnictví a rodenticidy proti hlodavcům. Weger (2007) uvádí, že repelenty lze doporučit, přesto že jejich účinek nebyl ozkoušený.

## 5.2. VIRÓZY A BAKTERIÓZY

Znakem virózy je mozaikovitá struktura na listech, žluté kroužky či tečky. Virózy ovlivňují metabolismus rostlin. Napadení nemusí mít vliv na snížení nebo omezení růstu. Jsou přenášeny vegetativním množením napadeného rostlinného materiálu a savým hmyzem.

Mezi vážné bakteriózy patří korová nekróza- *Xanthomonas populi*. Příznakem jsou podélné prasklinky na kmenu a větvích s nepravidelnými okraji. Z těchto prasklinek vytéká na jaře lepkavý sliz. Tím se zhoršuje kvalita dřeva a může docházet k předčasnému odumření stromu. Další bakteriózou na topolech je nádorovitost – *Agrobacterium tumefaciens*, která napadá topoly ze sekce *Leuce* a může na nich působit závažné škody. Lze ji potlačit biologickou ochranou. Můžeme se také setkat s odlupčivostí kůry- *Erwina cancerogena*, jenž je spolu s bakteriemi rodu *Pseudomonas* považován za původce hnědého mízotoku (Malinová, 2006).

## 5.3. HOUBOVÉ CHOROBY

### 5.3.1 HOUBOVÉ CHOROBY NA LISTECH

Nejvíce jsou ohrožovány matečnice, kde může docházet i k odumření rostlin. Jediný způsob ochrany je použití fungicidů. Rzi rodu *Melampsora* se projevují jako oranžové krupičky na listech. Při silném napadení nekrotizují a může dojít k předčasnému opadu. Ochranou je pásmo bez mezihostitelů a výběr odolných klonů. Fungicidy se aplikují 2 – 3 krát od výskytu uredií po 14ti dnech. Houby rodu *Marssonina* způsobují skvrnitost na listech a nezdřevnatělých výhoncích. Ve školkách je tato choroba méně častá. Ochranou jsou fungicidy aplikované v období rašení a poté ještě dvakrát po měsíčních intervalech. Houba *Pollaccia* způsobuje skvrnitost a odumírání konečků letorostů. Nejvážnější druh je *Pollaccia elegant*, která infikuje již rašící listy a nově rostoucí letorosty. Při silném napadení listy opadávají a letorosty se kroutí a zakrňují (Malinová, 2006).

### 5.3.2 HOUBOVÉ CHOROBY KŮRY

Velmi závažnou chorobou na území ČR je *Dothichiza populea*. Kůra tmavne a vytváří se hojivé závaly. Je nebezpečná hlavně pro stromy do 6ti let. U starších stromů dochází k prosychání korun. Hlavní příčinou nákazy jsou zbytky po těžbě a přestárlé porosty. Nákaza se šíří hlavně na jaře a na podzim. Jako ochranu volíme fungicidy (Malinová, 2006).

## 5.4. HMYZ POŠKOZUJÍCÍ TOPOLY

V ČR se nachází mnoho druhů, které se vyskytují a škodí na topolech.

Malinová (2006) ve svém článku „Nejvýznamnější choroby a škůdci topolů“ rozděluje škůdce do tří kategorií. Jako první je savý hmyz. Ten představuje významnější nebezpečí pouze pro mladé rostliny. Do této kategorie patří například mšice. Druhou kategorií je listožravý hmyz, kam patří dva nejčastější škůdci: *Bictiscus populi* a *Melosoma populi* (viz obrázek č. 5).

*Melosoma populi* je brouk s lesklým černomodrým štítem a červenožlutými krovkami. Dosahuje velikosti okolo 10ti mm. Larva je bělavá s černými bradavkami, ze kterých v sebeobraně vylučuje páchnoucí tekutinu. Rojí se od dubna do června a klade vajíčka na rub listů. Brouci škodí vykusováním nepravidelných otvorů na listech. Larvy skeletováním listů. Tím snižují asimilační schopnost a životnost stromu (Novák a kol., 1974)

Poslední kategorií, kterou Malinová (2006) popisuje je hmyz poškozující kmeny a větve. Nejzranitelnější jsou mladé výsadby, které jsou napadány několika škůdci najednou a vstupní otvory jsou branou pro další choroby. Z této kategorie jsou nejčastější škůdci: *Saperda carcharias*, *Saperda populnea*, *Cryptorrhynchus lapathi* a *Paranthrene tabaniformis*.

*Saperda carcharias* je významný fyziologický a technický škůdce topolů. Dospělci při zralostním žíru vykousávají v listech topolů nepravidelné otvory. Samičky kladou vajíčka do jamek pod kůrou, které předem vyhloubí. Larvy vykusují chodby v lýku a později i ve dřevu. Ve dřevu vykusují chodbičku, která směřuje vzhůru a jsou v průřezu oválné (Novák a kol., 1974).

*Cryptorrhynchus lapathi* vykusuje jamky do kůry kmen a větví a do nich pak klade vajíčka. Podkorní žír larev se projevuje zduřeninami a vytékáním mízy. Kůra se propadá pod postiženým místem. Později larvy pronikají hlouběji a stromy se lámou (Čížek, 2007).

*Paranthrene tabaniformis* je motýl, který klade vajíčka zejména na poraněná místa v kůře mladých topolů. Housenky provádějí plošný žír pod kůrou. To se projevuje navenek zduřeninami. Po přezimování pronikají do dřeva a vyhazují ven drtinky s trusem (Čížek, 2007).

Tab. č. 1 – Přehled výskytu symptomů a škodlivých činitelů zjištěných u *Populus* sp. na plantážích RRD v období 2006 - 2010 (Mertlík a Kloudová, 2011)

| Taxon   | Období zjištění | Symptomy                                      | Škodlivý činitel   |
|---|-----------------|---|--|
| klon Jap<br>105*050                           | únor            | boulovitost a nádory<br>kmínků                | žír larev brouků <i>Saperda</i><br><i>sp.</i>                                |
| <i>Populus nigra</i> x<br><i>maximowiczii</i> | únor            | tmavší skvrny na<br>výhonech                  | houba <i>Chondroplea</i><br><i>popuale</i>                                   |
| <i>Populus</i> sp.                            | březen          | žlutohnědé, oválné léze a<br>odumírání výhonů | houba <i>Phoma exiqa</i><br><i>var. populi</i>                               |
| <i>Populus</i> sp.                            | duben           | hniloba hlav                                  | Komplexní poškození-<br>primárně abióza,<br>mechanická sekundární<br>hniloba |
| <i>Populus</i> sp.                            | květen          | odumírání řízků                               | Houba <i>Valsa sordida</i> ,<br><i>Fusarium spp.</i>                         |
| <i>Populus</i> sp.<br>(Itálie)                | červen          | usychání celých řízků                         | Sucho a houba <i>Fusarium</i><br><i>spp.</i>                                 |
| <i>Populus</i> sp.                            | červenec        | skvrnitost, žloutnutí a<br>hnědnutí listů     | rez- <i>Melampsora larici-</i><br><i>populina</i>                            |
| <i>Populus</i> sp.                            | červenec        | hvězdicovitá mozaika<br>listů                 | virus mozaiky topolů<br>( <i>Poplar mosaic virus</i> )                       |
| <i>Populus</i> sp.                            | červenec        | hnědé tečky, skvrny a<br>žloutnutí listů      | houba <i>Marsonia spp.</i>   |
| <i>Populus</i> sp.                            | srpen           | hálky na řapících                             | mšice dutilky  |

Obr. č. 5 – Mandelinka topolová (*Melosoma populi*) (www.rychlerostoucitol.cz)



## 6. MIMOPRODUKČNÍ VYUŽITÍ RRD

Pěstování rychlerostoucích dřevin má především hospodářský význam, jejímž cílem je produkce biomasy. Zavedením topolů může však přinášet řadu vedlejších pozitivních efektů jak pro pěstitele, tak pro životní prostředí.

Porosty topolů jsou zakládány na lokalitách, kde se nacházela přízemní zeleň, která byla pěstována nejčastěji sezónně. Nově vznikající porost vytváří v krajině nový prvek, který může plnit řadu funkcí (Čížek, 2007).

### 6.1. BIOLOGICKÁ FUNKCE

Biodiverzita je různorodost života na zemi. V několika posledních staletích je výrazně ovlivněna člověkem. V ČR je pěstování energetických plodin a jejich využití na začátku. Výzkum biodiverzity proto probíhá jen na malých plochách. V bylinném patře plantáží RRD se vyskytuje řada hmyzích zástupců. Stromové patro je na biodiverzitu poměrně chudé. Jsou to zejména ptáci a hmyz typu *Chrisomela populi*. Velkou roli na biodiverzitu hrají okolní biotopy. V našich podmínkách se vyskytuje v polních podmínkách cca 400 druhů drabčίκů a 100 druhů střevlíků. Veliký vliv na biodiverzitu mají hnojiva a pesticidy. Energetické plantáže mohou mít i negativní vliv v krajině. Ve Velké Británii na ekologické farmě se ukázalo 68 % druhů motýlů až po pěti letech bez používání pesticidů. Při výsadbě do orné půdy mají však většinou pozitivní dopad na biodiverzitu. Vzniká tak spousta prostoru a úkrytu pro živočichy, kteří nejsou schopni přežít v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině (Celjak a kol., 2008).

### 6.2. PROTIEROZNÍ OCHRANA PŮDY

Protierozní ochrana spočívá v zabránění rozrušování půdy a následnému odnosu. Voda eroduje hlavně působením mechanické síly. Lze rozlišovat erozi rýhovou a výmolovou. Proto se snažíme o zadržení srážek v lokalitě, kde spadnou. Pokud je lokalita na svahu, voda vlivem gravitace odtéká rychleji. Ochranné pásy by měly být orientovány kolmo na spádnici. Eroze může nastat i vlivem větru. Mechanická síla větru narušuje povrch půdy. Také ji rozdělujeme na dva typy podle způsobu přenosu částic. První je posuvná eroze, při níž jsou částice přenášeny pouze po povrchu klouzavým pohybem. Transport probíhá jen na malé vzdálenosti. Druhým typem je prašná bouře,



při které se částice pomocí větru vznášejí ve vzduchu. Tento transport může probíhat na více jak 1000 km. Na intenzitu větrné eroze má vliv spousta dalších faktorů jako je teplota, vlhkost, geologické faktory aj. (Celjak a kol., 2008).

### **6.3. IZOLAČNÍ FUNKCE**

Hluk je pro člověka stresový faktor, který ho obtěžuje a ohrožuje jeho zdraví. I při spánku je lidský organizmus schopen registrovat hluk vyšší než 50 db. Zdroji hluku je průmysl, dopravní prostředky, ale i sídlištní hluk. Narazí-li hluk na překážku, odrazí se a hlučnost prostředí před překážkou se zvýší. Technické prostředky na snižování hluku, jako jsou protihlukové stěny, jsou velice drahé. Proto se přistupuje stále více k biologickým prostředkům. Nejlépe pohlcují hluk listnaté stromy s chlupatým olistěním (Huleš, 2006).

Celjak a kol. (2008) uvádí výsledky měření hluku na plantáži Čakov I., z níž značně plyne účinnost proti hluku. Také se zmiňuje o účinnosti plantáží RRD proti prašnosti.

### **6.4. KOMPLEXNÍ VEGETAČNÍ FUNKCE**

Porosty RRD plní řadu souhrnně působících účinků vegetace v krajině, z nichž nejvýznamnější jsou:

- zlepšování tepelného a vlhkostního režimu prostředí
- produkce kyslíku
- snižování obsahu CO<sub>2</sub>
- filtrace přízemního vzduchu
- zvyšování rekreační funkce krajiny
- produkce baktericidních a fytoncidních látek (Čížek, 2007).

## **7. METODIKA**

### **7.1. POPIS ZKOUMANÉ LOKALITY**

Lokalita se nachází u vlakového nádraží ve Vráži u Písku v Jihočeském kraji (mapa a fotky lokality jsou v přílohách). Souřadnice lokality jsou 49° 22' 47'' s. š., 14° 7' 36'' v. d.. Tato plantáž byla založena 20. dubna roku 2010. Rozloha plantáže činí 1 hektar. Na této ploše je vysázeno 8000 jedinců japonského topolu. Nadmořská výška lokality je 435 m n. m. a průměrný roční úhrn srážek je 565 mm. Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je zde 74702, což poukazuje na půdy s průměrnou produkční schopností a středním stupněm ochrany.

### **7.2. MĚŘENÍ NA LOKALITĚ**

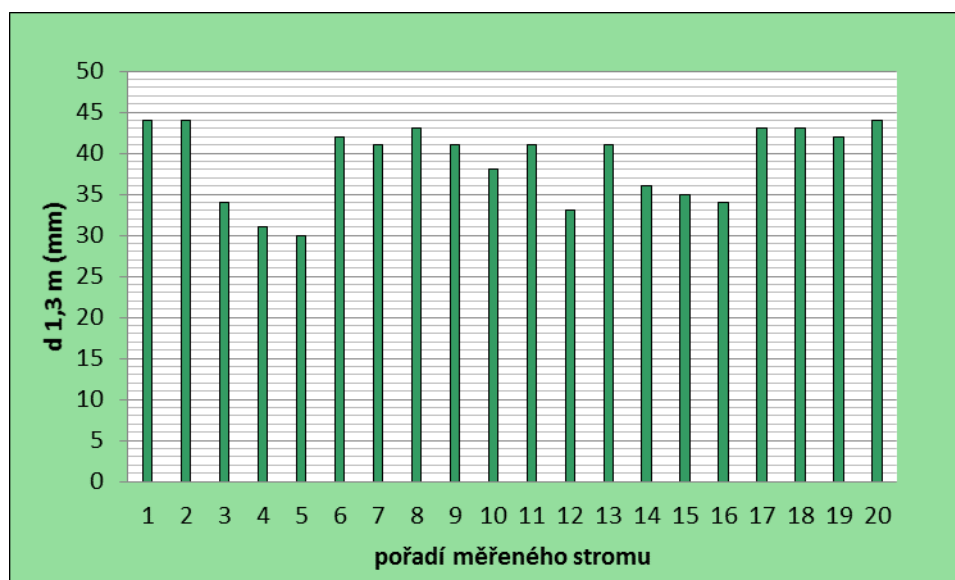
Pro výzkum byly zvoleny tříleté japonské topoly. Ty se nacházely na západním okraji plantáže u vlakového nádraží ve Vráži u Písku. Jako zkoumané byly zvoleny topoly ve třetí řadě od okraje, aby nebyly ovlivněny abiotickými činiteli. Postup měření byl zvolen od jihu směrem na sever. První měřený strom byl třetí z okraje a následující byl vždy o tři dále. Jako první byl změřen průměr kmene ve výšce 10ti cm a 1,3 m. Pomůckou pro toto měření bylo kalibrované posuvné měřidlo, měřící s přesností na milimetry. Pro určení výšky v 1,3 m byla použita lať o této délce. Větvě stromů byly měřeny od spodu nahoru. Větev terminální měřena nebyla. Pro vzdálenost sekcí byl použit svinovací metr a pro průměry opět kalibrované posuvné měřidlo. Všechny změřené hodnoty byly zapisovány kolegou do předem vytvořeného zápisníku. Vzdálenost sekce byla zvolena po 50ti cm + doměrek. Každá větev byla měřena až 1 cm od kmene z důvodu velkého rozšíření. Měření bylo prováděno kolmo na větev, aby nedocházelo ke zkreslení hodnot. Pokud byla na větvi nějaká nerovnost, bylo provedeno měření před a za nerovností a následně tyto dvě hodnoty zprůměrovány. Měření bylo ukončeno na průměru 2 mm. Ve větších výškách byly použity hliníkové štafle, aby nebyly větve ohýbány a měření bylo přesnější. Tímto způsobem bylo změřeno 20 stromů v řadě.

## 8. VÝSLEDKY

Na měřené lokalitě tříletých japonských topolů byla měřena tloušťka v deseti cm a prsní výšce (graf č. 1), což je ve výšce 1,3 m. Průměrná tloušťka v 10ti cm je 50,9 mm. Průměrná tloušťka porostu v d 1,3 m vypočítaná z naměřených hodnot je 39,0 mm (viz tabulka č. 3).

Z těchto údajů byla vypočítána průměrná kruhová základna ve výčetní tloušťce. Ta je 11,95 cm<sup>2</sup>. Touto hodnotou jsme zjistili průměrnou plochu průřezu kmene na této lokalitě v prsní výšce.

Graf č. 1 – Tloušťky měřených stromů v d 1,3 m



Na každém jedinci z těchto dvaceti byly poté změřeny průměry veškerých větví po sekcích. Jedna sekce činila 50 cm. V kancelářských podmínkách byly poté sekce zkubírovány pomocí Smallianova vzorce. Sečtením všech objemů sekcí daného stromu vznikl objem větví jednoho stromu. Po dokončení výpočtů na všech jedincích byl z těchto hodnot aritmetickým průměrem vypočítán průměrný objem větví na jednom stromu. Průměrný objem větví na jednom stromu je 612,72 cm<sup>3</sup> neboli 0,00061272 m<sup>3</sup>. Maximální objem větví na jednom stromu činí 983,11 cm<sup>3</sup> a minimální 415,87 cm<sup>3</sup>. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 2. V tabulce č. 4 jsou uvedeny objemy větví na jednotlivých stromech.

Tab. č. 2 – Průměrný, minimální a maximální objem větví / 1 strom

|                       | <b>průměrný objem větví 1 kmene</b> | <b>max. objem větví 1 kmene</b> | <b>min. objem větví 1 kmene</b> |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>cm<sup>3</sup></b> | <b>612,72</b>                       | <b>983,11</b>                   | <b>415,87</b>                   |

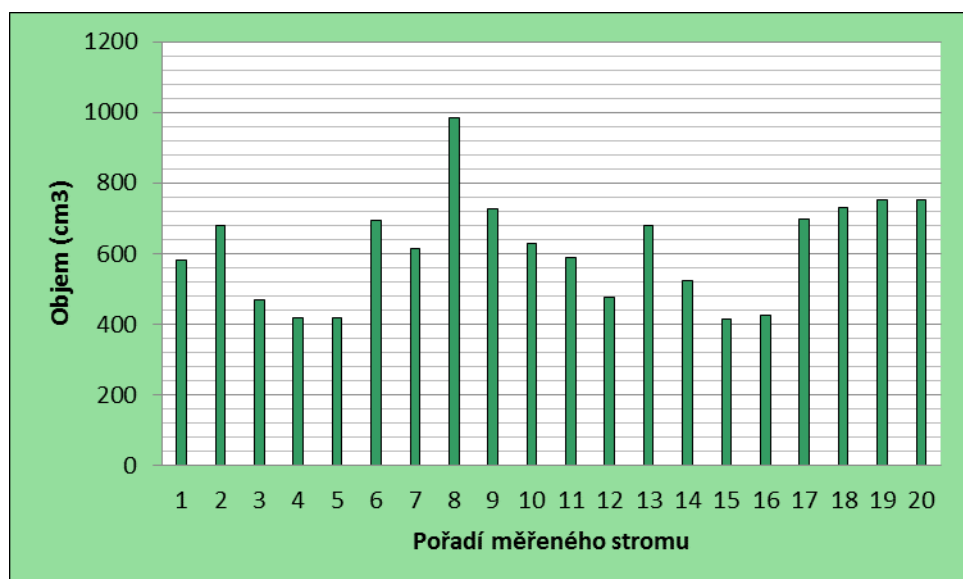
Tab. č. 3 – Průměrné d 10 cm a d 1,3 m

|           | <b>Průměrná tloušťka d 10 cm</b> | <b>Průměrná tloušťka d 1,3 m</b> |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>mm</b> | <b>50,90</b>                     | <b>39,00</b>                     |

Tab. č. 4 – Objemy větví na stromech 1 – 20

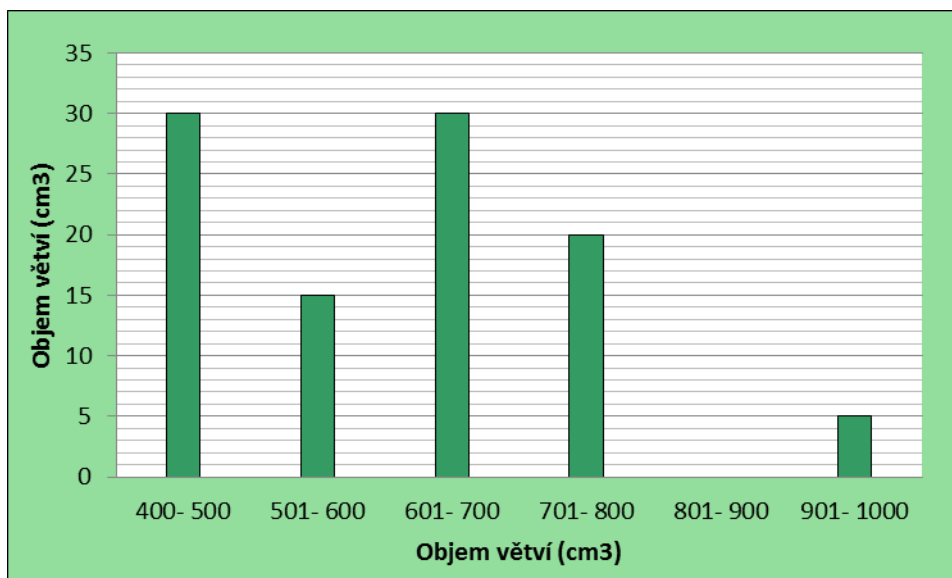
| <b>strom č.</b> | <b>objem cm<sup>3</sup></b> | <b>objem m<sup>3</sup></b> | <b>strom č.</b> | <b>objem cm<sup>3</sup></b> | <b>objem m<sup>3</sup></b> |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>1</b>        | <b>579,78</b>               | <b>0,00057978</b>          | <b>11</b>       | <b>587,45</b>               | <b>0,000587</b>            |
| <b>2</b>        | <b>680,25</b>               | <b>0,00068025</b>          | <b>12</b>       | <b>477,6</b>                | <b>0,000478</b>            |
| <b>3</b>        | <b>470,44</b>               | <b>0,00047044</b>          | <b>13</b>       | <b>681,11</b>               | <b>0,000681</b>            |
| <b>4</b>        | <b>417,95</b>               | <b>0,00041795</b>          | <b>14</b>       | <b>523,74</b>               | <b>0,000524</b>            |
| <b>5</b>        | <b>416,97</b>               | <b>0,00041697</b>          | <b>15</b>       | <b>415,87</b>               | <b>0,000416</b>            |
| <b>6</b>        | <b>695,1</b>                | <b>0,0006951</b>           | <b>16</b>       | <b>426,35</b>               | <b>0,000426</b>            |
| <b>7</b>        | <b>612,7</b>                | <b>0,0006127</b>           | <b>17</b>       | <b>698,23</b>               | <b>0,000698</b>            |
| <b>8</b>        | <b>983,11</b>               | <b>0,00098311</b>          | <b>18</b>       | <b>729,86</b>               | <b>0,000730</b>            |
| <b>9</b>        | <b>726,32</b>               | <b>0,00072632</b>          | <b>19</b>       | <b>752,84</b>               | <b>0,000753</b>            |
| <b>10</b>       | <b>628,12</b>               | <b>0,00062812</b>          | <b>20</b>       | <b>750,56</b>               | <b>0,000751</b>            |

Graf č. 2 – Graf znázorňující objem větví na jednotlivých stromech



Na grafu č. 3 je znázorněno zastoupení jedinců podle objemu biomasy větví v procentech. Nejvíce jedinců (30 %) má objem větví mezi 400 – 500 cm<sup>3</sup> a 601- 700 cm<sup>3</sup>. Naopak v rozmezí objemů 801 – 900 cm<sup>3</sup> nebyl zaznamenán žádný jedinec.

Graf č. 3 – Zastoupení jedinců podle objemu biomasy větví



Využijeme-li hodnoty prezentované Boháčem a Celjakem (2008) o objemové hmotnosti při těžbě, která je v rozmezí mezi 921,9 kg/m<sup>3</sup> - 948,2kg/m<sup>3</sup> a obsahem vody 51,16 % - 67,2 %, můžeme spočítat hmotnost větví na jednom stromu nebo celé plantáži. Po zprůměrování hodnot dostanu hustotu přibližně 935 kg/m<sup>3</sup> s obsahem vody kolem 60 %. Vypočtu zásobu větví na jednom stromu v kg. Ta je 0,5728 kg. Na ploše o 8000 jedinců je tedy 4582,996 kg, tj. 4,583 tun (viz tabulka č. 5).

Tab. č. 5 – Hmotnost větví

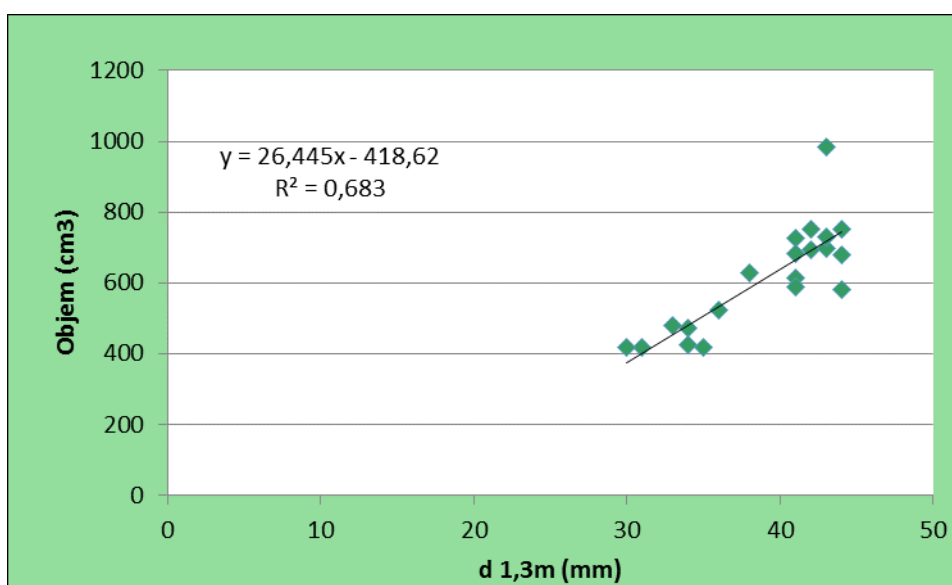
|            | <b>1 strom</b> | <b>8000 stromů</b> |
|------------|----------------|--------------------|
| <b>kg</b>  | <b>0,5728</b>  | <b>4582,996</b>    |
| <b>tun</b> | <b>0,00057</b> | <b>4,583</b>       |

Sečtením všech větví zkoumaných stromů a vydělením počtem zkoumaných stromů vzniklo průměrné množství větví na jednom stromu. Výsledkem je 32,43 ks. Dalším výpočtem byl průměrný objem jedné větve. Ten je 18,89 cm<sup>3</sup>. Pro získání 1 m<sup>3</sup>

bychom museli mít 52928 větví. To jsou větve z 1632 stromů. Na 1 ha plantáže se vyskytuje 8000 jedinců. To představuje 4,9 m<sup>3</sup> větví.

Dále byl pomocí Excelu z naměřených údajů vytvořen vzorec pro výpočet objemu biomasy větví z výčetní tloušťky stromu. Ten je  $y = 26,445 \cdot x - 418,62$ , kde „y“ je objem větví a „x“ výčetní tloušťka kmene (v 1,3 m). Vše je znázorněno v grafu č. 4. Koeficient determinace však naznačuje, že závislost objemu větví na průměru kmene v prsní výšce není dostatečně průkazná. Umožňuje však zpřesnit odhad objemu biomasy větví pod 2 cm na základě stanovení průměrné tloušťky.

Graf č. 4 – Závislost objemu větví na průměru kmene v 1,3 m



## 9. DISKUZE

Z výsledků objemů větví a průměrů kmenů ve výčetní tloušťce uvedených v grafech je patrné střídání silnějších a slabších jedinců. To je způsobeno konkurenčním bojem mezi jedinci o největší prostor. Kohout a kol. (2010) udává, že jedinci, kteří mají větší přístup ke světlu dosahují lepších produkčních výsledků.

Průměrný objem větví na jednom stromě je 612,72 cm<sup>3</sup>. Pro zjištění objemu větví vůči celkové biomase stromu byly využity výsledky naměřené Jaroslavem Vláškem (2013). Ten zjišťoval objem kmenů u tříletých japonských topolů do výšky 3,5 m na stejné lokalitě. Jeho výsledek je 4113,00 cm<sup>3</sup> pro jeden kmen. Součtem objemu větví a kmene dostaneme celkovou biomasu jednoho stromu. Ta činí 4725,72 cm<sup>3</sup>. Po převedení na procenta zjistíme, že větve tvoří 13 % objemu nadzemní části stromu. Tato informace může být lehce zkreslena z důvodu nedávného vyvětvení některých stromů na plantáži. Proto bych usuzoval větší zastoupení objemu větví na této lokalitě.

K porovnání se nabízí výsledky plošného měření od Radomíra Česenska (2012). Ten porovnával hmotnost větví a kmene u čtyřletého japonského topolu. Hustota výsadby byla 10000 ks/ha. V poměru k celkové biomase tvoří větve 26 % hmotnosti. Sám autor udává, že výsledky mají sníženou vypovídající hodnotu, protože se vycházelo pouze ze tří stromů. Na plantáži ve Vráži u Písku byl objem větví vůči celkové biomase 13 %. Toto číslo je nižší hlavně z důvodu vyvětvení některých jedinců a také tím, že větve mají větší hustotu než kmen a proto větší hmotnost.

V článku Christophera Morharta a kol., (2013) „Nadzemní biomasa a obsah živin v různých částech *P. maximovicii* x *P. trichocarpa*“ byla také měřena hmotnost biomasy větví vůči kmenu. Hustota výsadby byla 5000 ks/ha. Jednalo se o tříleté klony topolů. Celkem bylo změřeno 30 jedinců. Z naměřených výsledků se ukázalo, že hmotnost větví činí 22,2 % z celkového objemu nadzemní části.

Podobných výsledků jako na plantáži ve Vráži u Písku z hlediska poměru biomasy dosahuje i jedinec měřený p. Dvořákem na plantáži v obci Štáhlav. Jedinec, který byl ve dvou letech smýcen a poté s původním kořenovým systémem rostl dva roky vykazuje mnohem větší přírůst. Objem kmene je 24754 cm<sup>3</sup> a objem větví 3276 cm<sup>3</sup>. Poměr větví vůči kmenu je tedy necelých 12 %.

Zpracování větví může být pro pěstitele cenově poměrně náročné. Například z hlediska pořizování štěpkovače, ale i časově náročné. Proto by měl každý pěstitel předem zvážit, zdali se mu vyplatí větve zpracovávat a dále využívat.

Ze zkušeností pěstitelů japonských topolů je využití větví značně pestré. Někteří nechávají větve ležet ladem a dále je nezpracovávají. Nejčastějším postupem je však štěpkování. Štěpka je dále využívána jako palivo nebo dokonce pro výrobu dřevěného uhlí a následné přidávání do kompostů.



## 10. ZÁVĚR

Tato práce je zaměřena na RRD, které jsou v posledních letech velice populární jak u nás v České republice, tak v zahraničí. S rostoucími cenami energií roste i poptávka po biomase z rychlerostoucích dřevin.

V první části jsem se zabýval shrnutím poznatků o pěstování RRD. Dočteme se zde základní informace o topolech, jejich škůdcích, mimoprodukčních funkcích a pěstování od přípravy plantáže až po rušení plantáže. Zmínil jsem se také o biomase a jejím rozdělení.

Hlavním výstupem této práce bylo zjištění biomasy větví vůči celkové biomase. Ukázalo se, že větve tvoří 13 % z nadzemní biomasy. Průměrný objem větví na jednom stromě činí 612,72 cm<sup>3</sup>. Tato hodnota byla poté porovnávána s výsledky jiných měření. Vezmeme-li v úvahu, že by jedinci na plantáži ve Vráži u Písku nebyly vyvětveni ve spodní části, kde jsou větve nejsilnější, dostali bychom lehce vyšší hodnoty. Ani tak ale nemohou překročit hranici 20ti %.

Také byl pomocí Excelu vytvořen vzorec závislosti objemu větví na průměru kmene ve výšce 1,3 m. Toho mohou pěstitelé využít pro rychlé zjištění přibližného objemu biomasy větví na plantáži z průměrů kmenů ve výčetní tloušťce.

V našich podmínkách je těžba prováděna nejčastěji manuálně za pomoci motorové pily. Větší mechanizace se v České republice zatím z důvodu vysokých pořizovacích nákladů nevyužívá. Topoly nacházejí hlavní využití v energetice. Větve jsou nejčastěji štěpkovány a spalovány.

## 11. POUŽITÁ LITERATURA

CELJAK, Ivo: *Pěstování topolů pro energetické účely – 1*. Biom.cz [online]. 2010-08-23 [cit. 2013-11-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: *Biomasa je nezbytná součást lidského života*. Biom.cz [online]. 2008-12-22 [cit. 2013-11-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo, BOHÁČ, JAROSLAV, KOHOUT, Pavel: *Význam cíleně pěstovaných rychle rostoucích topolových porostů v krajině*. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. 46 s. ISBN 978-80-7394-140-6

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

ČESENKA, Radomír: *Japany- výsledky plošného měření*. Japonske-topoly.eu [online]. 2012 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z <<http://www.japonske-topoly.eu/news/japany-vysledky-plosneho-mereni/>>

ČÍŽEK, Vladimír., ČÍŽKOVÁ, Luďka: *Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady: 2009. 45 s. ISSN 978-80-7417-022-5

ČÍŽEK, Vladimír: *Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychlerostoucích dřevin v podmínkách ČR*: Regionální energetické centrum, o.p.s., Vsetínská 78, 75701 Valašské Meziříčí. 2007

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

HULEŠ, Ludvík: *Vrby a topoly v ochraně životního prostředí proti hluku*. Biom.cz [online]. 2006-12-18 [cit. 2014-01-30]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vrby-a-topoly-v-ochrane-zivotniho-prostredi-proti-hluku>>. ISSN: 1801-2655.

JIRÁNEK, J., MORKEŠ, K., KAŠPÁREK, J., CELJAK, I.: *Komerční pěstování rychlerostoucích dřevin v České republice*. Topolové farmy s.r.o., 2012. 31 s.

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

KOHOUT, P., CELJAK, I., BOHÁČ, J., PAVELCOVÁ, L.: *Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010. 101 s. ISBN 978-80-7394-247-2.

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

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

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

KOTOVICOVÁ, Jana, VEVERKOVÁ, Magdalena: *Výzkum možnosti využití kalů z čistíren odpadních vod na plantážích rychle rostoucích dřevin*. Vol. 20. Bratislava: Acta environmentalica comeniana. 2012. 29-37 s. ISSN: 1335- 0285

LABRECQUE, Michel, TEODORECU, Traian I. Biomass and Bioenergy: Field performance and biomass production of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada). 2005, s. 1-9. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953405000206>

MALINOVÁ, Martina: *Nejvýznamnější choroby a škůdci topolů* [online]. 2006. Dostupné z WWW: <<http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-11-06/nejvyznamnejsi-choroby-a-skudci-topolu>>

MERTLÍK, Josef, KLOUDOVÁ, Kateřina: *Škodliví činitelé topolů a vrb ve výmladkových RRD v ČR v období 2006- 2010*. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 2011

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

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

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

NOVÁK, Vladimír, HROZINKA, Ferdinand, STARÝ, Bohumil: *Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin*. 1. vydání. Státní nakladatelství v Praze, 1974. 128 s.

OCHODEK, Tadeáš, KOLONIČNÝ, Jan, BRANC, Michal: *Metodická příručka ke studiu- Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy*. 1. vydání. Ostrava. Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava, 2007. 30 s.

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

SLADKÝ, Václav: *Pevná biopaliva- doplňkový energetický zdroj*. stary.biom.cz [online]. 1998 [cit. 2014-01-25]. Dostupné z WWW: <<http://stary.biom.cz/sborniky/99kara/05.html>>

ŠINKORA, Milan: *Topoly a vrby pro energetiku*. Biom.cz [online]. 2008-02-25 [cit. 2013-10-27]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-pro-energetiku>>. ISSN: 1801-2655.

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

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

WEGER, Jan: *Výmladkové plantáže topolů a vrb*. Biom.cz [online]. 2011-01-05 [cit. 2013-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmytí*. Biom.cz [online]. 2002-01-18 [cit. 2013-10-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, VLASÁK, Petr, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: *Shrnutí a vývoj situace výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy v ČR a ve Švédsku*. Biom.cz [online]. 2004-05-03 [cit. 2013-11-01]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/shrnuti-a-vyvoj-situace-vymladkovych-plantazi-rychle-rostoucich-drevin-pro-produkci-biomasy-v-cr-a-ve-svedsku>>. ISSN: 1801-2655.

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

WEGER, Jan: Co jsou to „japany“. Mail.vukoz.cz [online]. 2011 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z WWW: <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/japany.html>>

### **Zdroje obrázků:**

Klon J –105 [online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z:  
<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/japany.html>

Sadbový materiál [online]. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z:  
<http://www.rychlerostoucitol.cz/67-japonsky-topol-sadbovy-materal/rizky-japonsky-topol/>

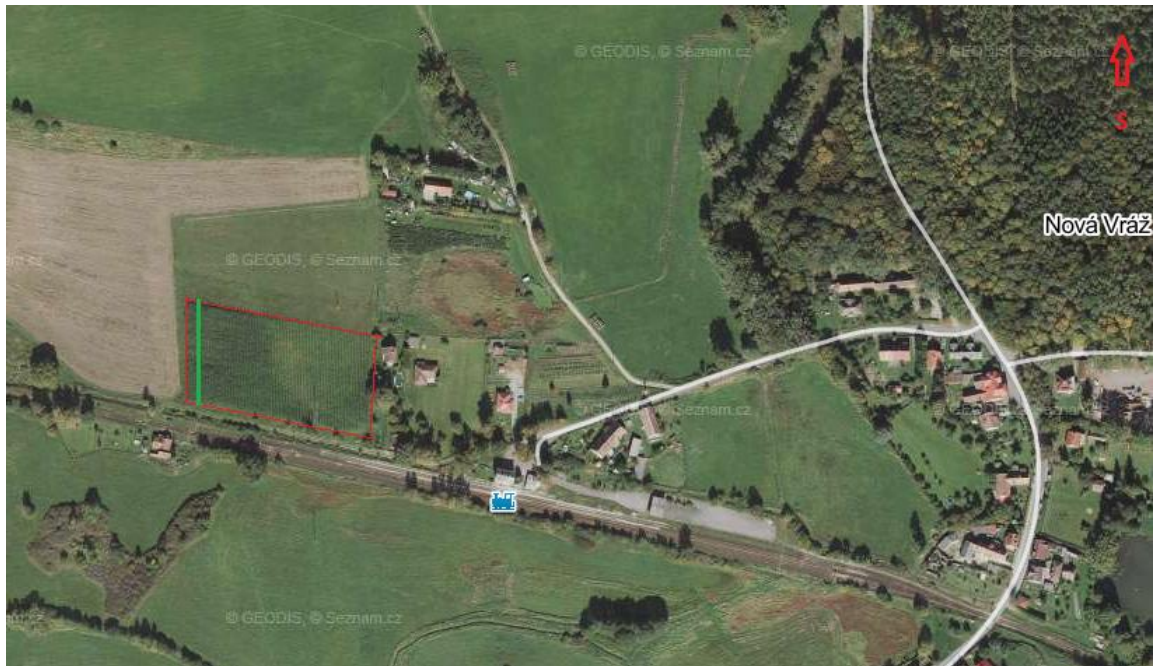
Mandelinka topolová [online]. [cit. 2014-04-05]. Dostupné z:  
<http://www.rychlerostoucitol.cz/92-japonsky-topol-skudci-/mandelinka-topolova/>

Letecká mapa [online]. [cit. 2013-11-10]. Dostupné z:  
<http://www.mapy.cz/#!x=14.121132&y=49.392212&z=15&l=15>

Pařezový vrták [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:  
<http://www.beckov.cz/mechanizace/parezovy-vrtak>

## 12. PŘÍLOHY

Obr. č. 6 – Umístění lokality, M 1: 10000, zdroj: www.mapy.cz



Hranice plantáže

Zkoumaná řada

Obr. č. 7,8 – Pohled na tříleté topoly, zdroj: vlastní

