

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Technologie pěstování a těžby topolu (*Populus maximowiczii*  
× *P. nigra* 'Max 4-5') pro zvýšení možnosti využití dříví**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Autor: Jakub Trepěš

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

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Trepěš

Lesnictví  
Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

**Technologie pěstování a těžby topolu (*Populus maximowiczii* × *P. nigra* 'Max 4-5') pro zvýšení možnosti využití dříví**

Název anglicky

**Poplar silviculture and harvesting technology (*Populus maximowiczii* × *P. nigra* 'Max 4-5') to increase the possibility of using wood**

---

### Cíle práce

Cílem práce je vytvoření přehledu současných technologií v oblasti pěstování a těžby topolu (*Populus maximowiczii* × *P. nigra* 'Max 4-5') a návrh dalších postupů pro zvýšení možnosti využití dříví.

### Metodika

Práce bude vypracována rešeršní formou, bude vytvořen podrobný přehled tradičních možností využití dřeva uvedeného topolu a popsány další možnosti využití a uplatnění na trhu za současné situace i vzhledem k možným legislativním změnám.

Dále budou popsány současné technologie pěstování i těžby a budou navrženy další postupy. V závěru práce bude zhodnocen potenciál nových způsobů využití a popsány možnosti dalšího vývoje.

Harmonogram:

květen-září 2021: tvorba rešerše

říjen-prosinec 2021: úpravy práce na základě konzultací s vedoucím práce

leden-únor 2022: dokončení práce na základě konzultací s vedoucím práce

březen-duben 2022: úprava formální, odevzdání práce

**Doporučený rozsah práce**

30-40 stran

**Klíčová slova**

dendromasa; obnovitelné zdroje; bioekonomika

---

**Doporučené zdroje informací**

- BALATINECZ, John J.; KRETSCHMANN, David E. Properties and utilization of poplar wood. *Poplar Culture in North America, 2001, Part A: 277-291.*
- BALATINECZ, John J.; LECLERCO, Andre; KRETSCHMANN, David E. Achievements in the utilization of poplar wood: guideposts for the future. In: 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000): poplar and willow culture: meeting the needs of society and the environment. St. Paul, Minn.: US Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 2000. General technical report NC; 215: p. 11. 2000.
- CASTRO, Gaetano Lo; FRAGNELLI, Giuseppe. New technologies and alternative uses for poplar wood. *Boletín Informativo CIDEU, 2006, 2: 27-36.*
- HE, Min-Juan, et al. Production and mechanical performance of scrimber composite manufactured from poplar wood for structural applications. *Journal of Wood Science, 2016, 62.5: 429-440.*
- KENNEY, W. A.; SENNERBY-FORSSE, L.; LAYTON, P. A review of biomass quality research relevant to the use of poplar and willow for energy conversion. *Biomass, 1990, 21.3: 163-188.*
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 8. 8. 2021

**doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2022

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Technologie pěstování a těžby topolu (*Populus maximowiczii* × *P. nigra* 'Max 4-5') pro zvýšení možnosti využití dříví jsem vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Štíchy, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. 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.

Praha 10.04.2022

## **Poděkování**

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

## **Abstrakt**

Tématem této práce jsou rychle rostoucí dřeviny, konkrétně je tato práce zaměřena na vybrané klony topolu, které se lidově nazývají japonský topol (*Populus nigra x Populus maximowiczii*). Tato práce se zabývá biomasou, rychle rostoucími dřevinami a jejich technologiemi pěstování a těžby. Dále je zaměřena na popis druhů topolů, zejména pak topolu japonského a jeho dvou klonů J-104 a J-105. Dalším tématem je využití topolového dříví jak v energetickém, tak ve dřevozpracujícím průmyslu, práce také obsahuje návrhy pro zvýšené možnosti využití dříví.

Klíčová slova: dendromasa, obnovitelné zdroje, bioekonomika

## **Abstract**

The topic of this thesis is fast-growing trees, specifically this work is focused on selected clones of poplar which are called Japanese poplar (*Populus nigra x Populus maximowiczii*). This work deals with biomass, fast-growing trees and their technologies of cultivation and harvesting. It also focuses on the description of poplar species, especially the Japanese poplar and its two clones J-104 and J-105. Another topic is the use of poplar wood in both energy and wood processing industries, the thesis also contains proposals for increase the possibility of using wood.

Key words: dendromass, renewable resources, bioeconomics

## **Obsah**

1. Úvod .....	9
2. Cíl práce .....	10
3. Literární rešerše .....	10
3.1. Biomasa .....	10
3.1.1. Dělení biomasy .....	10
3.2. Rychle rostoucí dřeviny .....	12
3.2.1. Definice .....	12
3.2.2. Mimoprodukční funkce RRD .....	14
3.2.3. Druhy rychle rostoucích dřevin .....	15
3.2.3.1. Vrby .....	15
3.2.3.2. Topoly .....	16
3.2.3.3. Trnovník akát .....	16
3.2.3.4. Břízy .....	16
3.2.3.5. Eukalyptus .....	17
3.3. Legislativa .....	17
3.3.1. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny .....	17
3.3.2. Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin .....	18
3.3.3. Věstník Ministerstva Zemědělství částka 1/2010 .....	19
3.3.4. Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu .....	19
3.4. Topoly .....	19
3.4.1. Sekce topolů .....	20
3.4.1.1. Černé topoly ( <i>Aigeros</i> ) .....	20
3.4.1.2. Balzámové topoly ( <i>Tacamahaca</i> ) .....	20
3.4.1.3. Topoly velkolisté ( <i>Leucoides</i> ) .....	20
3.4.1.4. Topoly bílé ( <i>Leuce</i> ) .....	21
3.4.1.5. Topoly turangové ( <i>Turanga</i> ) .....	21
3.4.2. Topol černý .....	21
3.4.3. Topol Maximovičův .....	22
3.4.4. Hybridy topolů .....	22
3.4.5. Topol japonský .....	23
3.5. Výsadba topolu japonského .....	24
3.5.1. Výběr stanoviště .....	24
3.5.2. Příprava půdy .....	24
3.5.3. Sadební materiál .....	25

3.5.4. Technologie výsadby .....	27
3.6. Technologie sklizně .....	28
3.6.1. Metoda štěpkování .....	28
3.6.2. Svazková metoda .....	29
3.6.3. Metoda kmenových výřezů .....	30
3.7. Využití topolového dříví .....	30
3.7.1. Energetické využití .....	30
3.7.1.1. Štěpka .....	31
3.7.1.2. Pelety .....	31
3.7.1.3. Brikety .....	32
3.7.1.4. Polena .....	32
3.7.2. Neenergetické využití topolového dříví .....	32
3.7.2.1. Buničina a papír .....	33
3.7.2.2. Řezivo .....	33
3.7.2.3. Kompozitní produkty .....	33
4. Metodika .....	34
5. Výsledky .....	34
6. Diskuse .....	35
7. Závěr .....	38
8. Zdroje .....	40



## 1. Úvod

Vzhledem ke vzrůstajícím cenám energií a rostoucí poptávce po obnovitelných zdrojích se čím dál tím více lidí vrací k topení dřevem. Dřevo jakožto obnovitelný zdroj spadá pod tzv. biomasu, do které se řadí veškerá rostlinná i živočišná organická hmota. Dřevní hmota je nazývána dendromasa a právě tou se bude tato práce zabývat.

Jedním ze způsobů, jak získat dendromasu, jsou plantáže rychle rostoucích dřevin. Ty se zakládají většinou na zemědělských půdách s cílem získání velkého množství dřevní hmoty za co nejkratší čas. Pro tento účel se nejvíce osvědčily plantáže topolů a vrb. Nejprve lidé zkoušeli pěstovat domácí druhy, jako například topol černý (*Populus nigra*), později však byly vyšlechtěny klony, které disponovaly především rychlejším růstem. V evropských podmínkách se nejlépe dařilo klonu topolu černého a topolu Maximowičova tzv. topolu japonskému (*P. nigra L. x P. maximowiczii H.*), a tak se začaly zakládat plantáže těchto hybridů od Itálie až po Švédsko. Největší uplatnění našel topol japonský v energetice, nejčastěji ve formě štěpky, kde dosahuje výhřevnosti až 18 MJ/kg (Celjak, 2010).

Topolové plantáže neslouží pouze k produkci biomasy, mají i jiná neenergetická využití, například využití ladem ležících zemědělských půd, kde napomáhá k biodiverzitě a fyto-diverzitě. Dále může sloužit jako přirozené útočiště zvířem, může sloužit jako větrolam či snižovat hluk v místech s hlučným provozem. Další výhodou je, že na půdách plantáží dochází k menší erozi než na půdách s běžnými zemědělskými rostlinami (Kohout a kol., 2010).

Topolové dřevo ale nemusí sloužit jen jako obnovitelný zdroj energie. Může být využito i pro výrobu buničiny, papíru či kompozitových materiálů. Vzhledem k současnému trendu nahrazování plastů může být v některých případech využito i jako jeho náhrada. Proto se jedná o velice ekologickou i ekonomickou dřevinu, pro kterou se nachází čím dál tím větší využití.

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je vytvoření přehledu současných technologií v oblasti pěstování a těžby topolu (*Populus maximowiczii* × *P. nigra* 'Max 4-5') a návrh dalších postupů pro zvýšení možnosti využití dříví.

## **3. Literární rešerše**

### **3.1. Biomasa**

Podle Souška (2020) lze za biomasu považovat jakoukoliv hmotu organického původu. Patří sem dendromasa (dřevní hmota), fytomasa (rostlinná biomasa) a biomasa živočišného původu. Do biomasy také lze zařadit biologicky rozložitelné odpady čisté nebo vytríděné z ostatních složek. Pastorek a kol. (2004) pak biomasu definuje jako substanci biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady). Biomasa se pak získává záměrně, jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, údržby krajiny a péči o ni.

#### **3.1.1. Dělení biomasy**

Weger (2009) dělí biomasu do 4 kategorií:

1. Zbytková biomasa ze zemědělství
2. Zbytková biomasa z lesnictví
3. Biomasa z energetických plodin 1. generace (řepka, palma olejná, žitovec)
4. Biomasa z energetických plodin 2. generace (topoly, vrby, energetický šťovík)

Kohout a kol. (2010) dělí biomasu na rostlinnou a živočišnou.

Pastorek a kol. (2004) pak biomasu rozřazuje do 5 základních skupin.

1. Fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy
2. Fytomasa olejnatých rostlin
3. Fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru
4. Organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu
5. Směsi různých organických odpadů

Pastorek a kol. (2004) pak dále biomasu dělí podle způsobu jejího získávání, a to na biomasu záměrně pěstovanou k energetickému účelu, pod kterou se řadí cukrová řepa, obilí, brambory, cukrová třtina (pro výrobu etylalkoholu), olejninu (nejpěstovanější je řepka olejná) a energetické dřeviny (vrby, topoly, akáty, břízy a další).

Kromě biomasy, která je záměrně pěstována, existuje i biomasa odpadní. Tu lze získávat z rostlinných zbytků, např. z kukuřičné, řepkové a obilné slámy, opadů ze sadů a vinic, popřípadě zbytků po likvidaci stromových a keřovitých náletů. Dále se mezi odpadní biomasu řadí odpady z živočišné výroby. Ta zahrnuje např. exkrementy nebo zbytky krmiv. Nemělo by se zapomínat ani na komunální organické odpady (zbytky z údržby zeleně, kaly z odpadních vod,...) a organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, dřevařských provozoven,...). Velmi důležitou složkou jsou odpady lesní, mezi které spadají lesní těžební zbytky. Ty zahrnují především nehroubí, tedy špičky stromů a větve do průměru 7 cm. Do lesních opadů, nazývaných též jako dendromasa, se řadí kořeny, kůra, pařezy a asimilační orgány.

Problematikou biomasy se zabývá vyhláška č. 477/2012 Sb. Touto vyhláškou se zrušily vyhlášky předchozí - 482/2005, 5/2007 a 453/2008 Sb. Tato vyhláška stanovuje druhy a parametry podporovaných obnovitelných zdrojů, způsob jejich využití pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu, způsob vykazování množství cíleně pěstované biomasy na orné půdy (energetické dřeviny nebo traviny), způsob uchování dokumentů, podíl biologicky rozložitelných a

nerozložitelných částí komunálního odpadu a kritéria udržitelnosti pro biokapaliny.

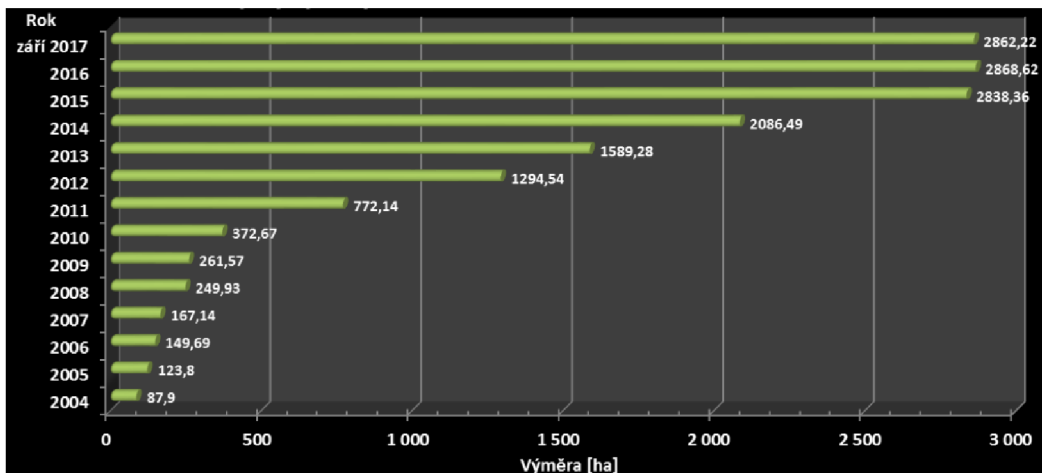
V posledních dvou desetiletích dochází k většímu využití tohoto energetického zdroje, ačkoliv stále svým objemem energie nemůže konkurovat tradičním zdrojům. Podle dat z dat Eurostatu z roku 2017 je energie z biomasy nejvýznamnějším lokálním uhlíkově neutrálním zdrojem obnovitelné energie v Evropské unii. V tomto průzkumu se zjistilo, že biomasa měla celkový podíl na konečné spotřebě energie 58,6 %, na druhém místě se umístila energie vodní (14,7 %) a na třetím větrná (14,6 %). Evropská bioenergetická asociace Bioenergy Europe spočítala, že sektor, který zastupuje, reprezentuje v EU-28 roční obrat kolem 60,6 miliard eur a kolem 703 200 pracovních příležitostí (CZ Biom, 2020).

## **3.2. Rychle rostoucí dřeviny**

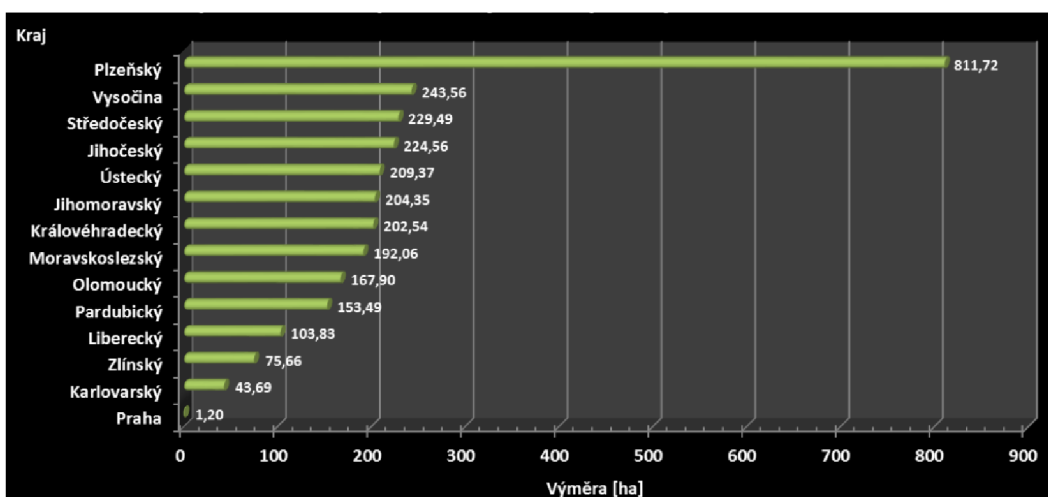
### **3.2.1. Definice**

Definice pro rychle rostoucí dřeviny se různí, základní myšlenka však zůstává stejná, klíčovými vlastnostmi těchto dřevin jsou rychlý růst v prvních 10 letech života, vysoká objemová produkce dřeva, snadné založení plantáže vegetativním způsobem, vysoká výmladnost (kmenová nebo kořenová) a nízké nároky na pěstování. V současné době se dají využít jako obnovitelný zdroj paliva, který je uhlíkově neutrální, nebo jako rychlý zdroj průmyslové nebo chemické suroviny (Soušek, 2020). Problematice RRD (rychle rostoucí dřeviny) se věnovala i vláda v Národním programu o zmírnění dopadů změny klimatu (usnesení vlády ČR č. 187/2004). Cílem tohoto usnesení (v rámci problematiky rychle rostoucích dřevin) bylo intenzivnější využívání biomasy jako paliva. Tohoto cíle se mělo dosáhnout právě výsadbou plantáží rychle rostoucích dřevin.

Od roku 2004 se rozloha plantáží s rychle rostoucími dřevinami rozrostla z 87,9 ha na 2862,22 ha – viz obrázek č. 1. Krajem s nejvíce plantážemi se stal Plzeňský kraj s 811,72 ha. Krajem s nejmenší plochou plantáží se stala Praha, kde celková rozloha plantáží činila 1,2 ha viz obrázek č. 2.



Obrázek č. 1, Vývoj výměry RRD mezi lety 2004-2017 (zdroj LPIS, 2017)



Obrázek č. 2, Výměra evidovaných RRD v krajích (zdroj LPIS, 2017)

Termínem RRD se po první světové válce začaly označovat dřeviny (botanické druhy, kultivary, přírodní i záměrní kříženci), jejichž růst a zejména objemová produkce v prvních decenniích růstu výrazně převyšovala průměrné hodnoty ostatních dřevin. Hlavním důvodem pro pěstování RRD byla rychlá produkce sortimentů pro dřevařský, případně sirkařský průmysl. Prvními dřevinami takto označovanými se v našich zeměpisných šířkách staly topoly a jejich kříženci (Weger, 2003).

RRD jsou rychle rostoucí dřeviny, které jsou pěstovány za účelem vysoké produkce biomasy v krátkém časovém horizontu. Podobné pojmy jako RRD můžeme v literatuře najít jako rychle rostoucí plantáže, rychle rostoucí mláží atd. RRD jsou sklízены po krátké době a některé druhy musí být buď znovu vysázené (např. eukalyptus nebo akát), anebo pěstovány přímo z mláží (obvykle vrba a topol) (Rutz, 2015).

### **3.2.2. Mimoprodukční funkce RRD**

Pěstování rychle rostoucích dřevin má mnoho výhod. Kromě rychlé produkce dendromasy, která může být použita jak pro energetický, tak pro dřevozpracující průmysl, může také zastávat funkci krajinnou a vodohospodářskou. Dřeviny pěstované pro produkci biomasy touto formou je možné využít i ke zlepšení funkce krajiny např. různých problémových lokalit v těsném okolí obcí, ale i v navazující volné krajině (Weger, 2003).

Jedním z těchto prvků je zvýšení fyto-diverzity, tedy zvýšení druhové skladby rostlin na zemědělsky využívaných půdách. Druhovou skladbou systému je směs rostlinných druhů travních a lesních porostů, zatímco orná půda obsahuje pouze druhy, které jsou na orné půdě pěstovány (Rutz, 2015).

Dalším pozitivním vlivem na okolí je zvýšení biodiverzity. Plantáže přitahují vysokou zvěř, která zde hledá úkryt, a tak mohou být využity k lovu. Vyšší počty vysoké zvěře způsobují okusem na plantážích nemalé škody. Kromě vysoké zvěře se v plantážích usazuje také ptactvo, pro které husté porosty rychle rostoucích dřevin představují útočiště. Nejpozitivnější dopad mají plantáže RRD na rozmanitost bezobratlých živočichů. Jedná se například o žížaly, pavouky, brouky a motýly (Rutz, 2020). Kohout a kol. (2010) uvádí, že na jedné plantáži se může vyskytovat až 150 druhů bezobratlých živočichů.

Kultivace RRD má rovněž proti zemědělským plodinám pozitivní účinky na kvalitu půdy. Díky přirozenému opadu listů, které na lokalitě zůstávají, je množství uloženého uhlíku v půdě vyšší než u zemědělsky obdělávaných půd. Dále pak půdy obsahují vyšší množství fosforu a dusíku, naopak pH a koncentrace kadmia je nižší než u běžných zemědělských půd. Rychle rostoucí vrby mají mimo produkce biomasy důležitý význam i při fytoremedikaci půd

(Kouhout a kol., 2010). Fytoremedikace je schopnost odebírat z půdy těžké kovy a jiné škodlivé látky. Dalším vedlejším efektem je, že dochází k menší erozi půdy než při pěstování běžných zemědělských plodin.

Plantáže mohou mít pozitivní vliv i na pěstování běžných zemědělských plodin. Tento vliv je nejvíce vidět na rozsáhlých plochách s vyšším rizikem eroze půdy. Podle Rutze (2020) se takovýto způsob hospodaření nazývá lesnictví. Rutz (2020) také uvádí, že lesnictví je systém využití půdy, ve kterém se stromy, v tomto případě druhy RRD, pěstují kolem plodin nebo mezi plodinami nebo pastvinami. To kombinuje zemědělskou a lesnickou technologii, vytváří více různorodé, produktivní, ziskové, zdravé a udržitelné využívání půdních systémů. Dále také dochází ke zlepšení mikroklimatu na zemědělských plochách.

### **3.2.3. Druhy rychle rostoucích dřevin**

Mezi rychle rostoucí dřeviny se řadí celá řada stromů. V našich podmínkách se nejčastěji setkáváme s vrbami a topoly, které jsou u nás nejvíce perspektivní. Ve světě se můžeme setkat například s akáty, eukalypty nebo břízou.

#### **3.2.3.1. Vrby**

Vrby se řadí do rodu *Salix*, do kterého lze zařadit více než 400 druhů dřevin. Jejich přirozený výskyt jsou vlhké, až podmáčené půdy v mírném pásu severní polokoule. Díky své nenáročnosti na pěstování a vysoké výmladnosti se staly ideální dřevinou pro plantáže RRD.

Ve Švédsku a ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska byly realizovány programy zaměřené na genetické šlechtění těchto rostlin pro energetické účely. Cílem těchto programů bylo vytvořit vysoce produktivní klony, které budou odolné vůči nemocem a škůdcům. Výsledkem těchto programů bylo 25 certifikovaných klonů, jejichž uplatnění záleží na přírodních podmínkách a potřebách pěstitele.

### 3.2.3.2. Topoly

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).

Topoly společně s vrbami se řadí k nejrozšířenějším rychle rostoucím dřevinám. Jejich výhodou oproti vrbám je jejich nižší náročnost na vodu a větší přirozené rozšíření (přirozený výskyt od tropického pásu až po mírný pás severní polokoule).

Za účelem produkce biomasy pro bioenergii bylo vyšlechtěno několik druhů klonů. Na území střední Evropy se pro produkci štěpné hmoty nejvíce osvědčily hybridy topolu černého (*Pinus nigra*) a topolu Maximovičova (*Populus maximowiczii*). Podrobněji se topolům bude tato práce věnovat v následujících kapitolách.

### 3.2.3.3. Trnovník akát

Trnovník akát pochází ze Severní Ameriky a na území Evropy byl dovezen během 17. století. Jedná se o invazivní druh, který má velice nízké půdní nároky. Zvládá jak suché, tak i chudé půdy a v jihovýchodní části Evropy bývá používán k rekultivaci na extrémních stanovištích (například po těžbě). V současné době se jako RRD nejvíce pěstuje na území Maďarska, ale i Polska a Itálie.

Akát má sice oproti topolům a vrbám vyšší výhřevnost a větší hustotu porostů, ale jeho pěstování a následná těžba je náročnější. Trny znesnadňují ruční manipulaci s dřívím a dřevo samotné je tvrdší než dřevo topolů a vrb. Má vysokou kořenovou výmladnost. To znamená, že pozdější generace už nerostou v připravených řádcích, což výrazně ztěžuje mechanickou těžbu.

### 3.2.3.4. Břízy

Bříza bývala dříve opomíjenou dřevinou. Z porostů se odstraňovala jako plevel. Dnes se již ale využívá nejen jako pionýrská dřevina, ale i jako dřevina rychle rostoucí. Bříza nám dokáže velmi pomoci při zalesňování nelesních půd, popřípadě při zalesňování kalamitních holin.



V našich podmínkách dosahuje bříza výšky až 30 m při průměru až 80 cm. V publikaci Rychle rostoucí dřeviny a jejich pěstování se uvádí, že bříza ve věku 20 let může mít až 20 m při průměru 16 cm a hmotě 200 plm na 1 ha (Špalek a kol., 1953).

### **3.2.3.5. Eukalyptus**

Eukalyptus původně pochází z Austrálie. V Evropě byl již využíván dříve pro výrobu buničiny a papíru. V současné době se pěstuje především v Austrálii, Novém Zélandu a Jižní Americe, ale testuje se i na území Evropy. V jižní části Evropy se používají klony *E. globulus* a *E. camaldulkesis* a pro v severnější části Evropy (Spojené království Velké Británie a Irsko) se používají klony *E. gunnii* a *E. nitens*, které disponují větší odolností vůči chladnějšímu klimatu.

Eukalyptus se stále pěstuje zejména pro získání buničiny, ale může být použit i pro energetické účely. Pro energetické účely jsou jeho technologické způsoby pěstování obdobné jako pro pěstování vrb.

## **3.3. Legislativa**

Problematika pěstování rychle rostoucích dřevin u nás spadá pod kompetenci dvou ministerstev, a to Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Pro výsadbu nepůvodních dřevin na území České republiky, pod které topol japonský patří, je zapotřebí povolení od příslušného orgánu státní správy. Toto povolení uděluje Odbor životního prostředí v příslušném Městském úřadě. Konkrétně problematiku RRD upravují následující zákony:

### **3.3.1. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny**

Pokud RRD, uvažované pro pěstování ve výmladkových plantážích, patří mezi geograficky nepůvodní druhy, je před samotnou výsadbou plantáže RRD nutné požádat orgán ochrany přírody (OOP) na místně příslušné obci s rozšířenou působností, o povolení k výsadbě a pěstování RRD. (Mze, 2016)

V tomto zákoně se na RRD poprvé naráží v § 5 v odstavci 4 a 5.

V odstavci 4 se uvádí: Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany

přírody; to neplatí pro nepůvodní druhy rostlin, pokud se hospodaří podle schváleného lesního hospodářského plánu nebo vlastníkem lesa převzaté lesní hospodářské osnovy. Geograficky nepůvodní druh rostliny nebo živočicha je druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu.

V odstavci 5 se uvádí: Záměrné rozšiřování křížence druhů rostlin či živočichů do krajiny je možné jen s povolením orgánů ochrany přírody.

Dále se tento zákon věnuje ochraně krajinného rázu. Tento pojem definuje a zakazuje zásahy do krajinného rázu bez souhlasu orgánů ochrany přírody. Definuje Zvláště chráněná území, pod která spadají Národní parky, Chráněné krajinné oblasti, Národní přírodní rezervace a Přírodní rezervace. Na těchto územích zákon zakazuje záměrné rozšiřování geograficky nepůvodních druhů rostlin a jejich kříženců.

### **3.3.2. Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin**

Rozmnožování a distribuce sadby RRD pro energetické využití se řídí podle pravidel zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin. V tomto zákoně se rozumí rozmnožovacím materiálem rychle rostoucích dřevin materiál pěstovaný na zemědělské půdě, sloužící k zakládání produkčních porostů RRD, které jsou v zákoně zařazeny mezi okrasné druhy.

Sadební materiál mohou dodávat pouze producenti registrovaní u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) při dodržení tzv. kritických bodů. Registrovaní producenti sadby mohou rozmnožovat a prodávat chráněné i nechráněné odrůdy a klony ze zemí EU. Ke každé dodávce sadby vydávají dodací list s uvedením svého registračního čísla, správného taxonomického označení dřeviny (druh, odrůda, klon), jména reprodukčního porostu (matečnice) a počtu dodaných řízků podle druhu, odrůdy nebo klonu. Dále mohou k dodávce sadby vydávat podle potřeby rostlinolékařský pas, který dokládá, že materiál je prostý karanténních chorob (MZe, 2016).

### **3.3.3. Věstník Ministerstva Zemědělství částka 1/2010**

V tomto věstníku vyšel seznam rychle rostoucích dřevin a jejich kříženců pěstovaných ve výmladkových plantážích v České republice s uvedením maximální délky jejich sklizňového cyklu. Najdeme zde především topoly a jejich křížence, vrby a jejich křížence a dále jasan ztepilý, olši lepkavou a olši šedou. I když je topol japonský křížencem topolu černého a topolu Maximovičova, nebude se řídit dobou obmýtí podle našeho domácí druhu topolu černého, ale podle nepůvodního topolu Maximovičova. Maximální doba obmýtí pro topol japonský je tedy stanovena na 8 let.

### **3.3.4. Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu**

Pokud chtěl v dřívějších dobách zemědělec pěstovat RRD, musel požádat o vyjmutí pozemku ze zemědělského půdního fondu, to však v současné době již neplatí. Podle paragrafu 2e řádku 3 zákona 252/1997 Sb. o zemědělství, se zemědělskou výrobou rozumí: rostlinná výroba včetně chmelařství, ovocnářství, vinohradnictví a pěstování zeleniny, hub, okrasných rostlin, léčivých a aromatických rostlin s výjimkou pěstování konopí pro léčebné použití a vědecké účely, rostlin pro technické a energetické užití na pozemcích vlastních, pronajatých nebo užívaných na základě jiného právního důvodu, popřípadě provozovaná bez pozemků.

Neméně důležitá je i vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí, které připouští pěstování rychle rostoucích dřevin na určitých druzích pozemků náležících do zemědělského půdního fondu. Plantáže rychle rostoucích dřevin jsou tedy evidovanou kulturou a lze je tedy pěstovat na zemědělské půdě.

## **3.4. Topoly**

Jak je již uvedeno v minulých kapitolách, topoly mají přirozený výskyt převážně v mírném pásu severní polokoule, ale zasahují i do tropického pásu. Nejčastěji se vyskytují v Severní Americe, Evropě a Východní Asii. Společně s vrbami se řadí do čeledi vrbovitých (*Salicaceae*) a dělí se na pět sekcí. A to *Aigeros* (černé topoly), *Tacamahaca* (balzámové topoly), *Leucoides* (velkolisté topoly), *Leuce* (bílé topoly) a sekci *Turanga* (turangové topoly). Topoly černé a balzámové se nejlépe množí vegetativně – konkrétně pomocí řízků. Osiky a

topoly bílé se naproti tomu množí hlavně kořenovými odřezky a odnožemi (Vincent a kol., 1954)

### **3.4.1. Sekce topolů**

#### **3.4.1.1. Černé topoly (*Aigeros*)**

Topoly černé jsou rozšířené prakticky po celé severní polokouli, kromě arktických oblastí. Přirozeně se vyskytují převážně v lužních lesích a disponují tolerancí vůči vápnatým půdám. Nejvýznamnější druhy této sekce jsou topol černý (*Populus nigra* L.) a topol bavlíkový (*Populus deltoides*). Oba tyto druhy dorůstají výšky až 40 m a jsou dlouhověké. P. Guinier (1950) poukázal na tři skupiny topolů v sekci *Aigeros*. První skupinou jsou topoly původem z Evropy popsané v roce 1753 Linnéem a pojmenované *Populus nigra* Linné. Druhou skupinou jsou topoly pocházející z východu Severní Ameriky popsané roku 1753 a pojmenované *Populus deltoides* Marchall. Třetí sekci tvoří hybridy předchozích dvou sekcí.

#### **3.4.1.2. Balzámové topoly (*Tacamahaca*)**

Balzámové topoly, jak již latinský název napovídá, rostou na západním pobřeží Severní Ameriky (např. *Populus tacamahaca* Miller, *Populus candicans* Aiton), vyskytují se ale i ve východní Asii (*Populus maximowiczii* Henry, *Populus koreana* Rehder, *Populus Szechuanica* Schneider). Do Evropy tyto dřeviny byly zavlečeny z důvodu šlechtění rychle rostoucích dřevin. Nejvýznamnějšími druhy této sekce jsou topol Maximovičův (*Populus maximowiczii* H.) a topol korejský (*Populus koreana*). Pro šlechtitelské účely je důležité, že se topoly sekce *Tacamahaca* dají šlechtit s topoly sekce *Aigeros*.

#### **3.4.1.3. Topoly velkolisté (*Leucoides*)**

Topoly velkolisté se v našich podmínkách pěstují nejvíce pro estetické účely. Na pěstování pro energetické účely jsou zcela nevhodné z důvodu pomalého růstu v mládí a špatného vegetativního množení. Přirozeně se vyskytují, až na jednu výjimku, v Asii. Tyto topoly se nedokáží křížit s ostatními sekcemi.

#### **3.4.1.4. Topoly bílé (*Leuce*)**

Topoly bílé se dělí na další dvě sekce, a to na topoly *Albidae*, mezi které patří například topol bílý (*Populus alba*), a na topoly *Trepidae*, do kterých se řadí topol osika (*Populus tremula*). Ani jedna z těchto podsekcí se nekříží s ostatními sekcemi. Je možné ale křížení těchto dvou podsekcí, křížením topolu bílého (*Populus alba*) s topolem osikou (*Populus tremula*) vzniká topol šedý (*Populus canescens*). K tomuto křížení dochází spontánně v přírodě.

#### **3.4.1.5. Topoly turangové (*Turanga*)**

Topoly turangové rostou v jižním areálu topolů. Na našem území pro ně nejsou vhodné podmínky růstu, a proto se v České republice nevyskytují. Mezi jejich zástupce se řadí topol eufratský (*Populus euphratica*) a *Populus pruinosa*. Oba tyto topoly se vyskytují v suchých oblastech a jsou schopné se vyrovnat i s pouštním klimatem.

#### **3.4.2. Topol černý**

Topol černý je eurasijská dřevina rostoucí na rozsáhlém území, počínaje Španělskem a konče na východě oblastí západní Sibiře v nížinách povodí řeky Jenisej (Kohout, 2010). Jeho areál výskytu se rozrostl i do Severní a Jižní Ameriky, Austrálie nebo do Nového Zélandu. V České republice se vyskytuje na chudších štěrkovitých náplavách podél vodních toků.

Má značné nároky na vodu, proto se přirozeně vyskytuje v lužních lesích v Poohří, v Polabí a v moravských úvalech. Důležité je, aby voda byla pohyblivá a ne stagnující. Díky vyvinutému kořenovému systému dokáže čerpat vodu i ze značných hloubek. Dosahuje výšky 30–40 metrů a dožívá se kolem 150 let, kdy jeho průměr kmene dosáhne obvykle 1-2 metry.

### 3.4.3. Topol Maximovičův

Topol Maximovičův je topol pocházející z východní Asie, jeho přirozený výskyt se rozkládá v oblasti od Korejského poloostrova, přes Japonsko, východní pobřeží Ruska až po Kamčatku.

Dosahuje výšky kolem 30 m a do Evropy byl přivezen již na konci 19. století, jeho klony pak na konci první poloviny století dvacátého. Topol Maximovičův se na území Evropy neujal jako okrasná dřevina ani jako dřevo produkční dřevina. Co se ale ujalo, byly jeho klony, které se díky své schopnosti rychlého růstu začaly pěstovat jako rychle rostoucí dřeviny.

### 3.4.4. Hybridy topolů

Za účelem vysazení plantáží rychle rostoucích dřevin pro energetické účely, se z topolů nejvíce vysazují jejich hybridy. Z doporučeného sortimentu topolů a vrb jsou u nás zatím nejvíce pěstovány tzv. Japany J-105 (Max-4), J-104 (Max-5) z křížení euroasijského topolu černého a topolu Maximovičova (Kohout a kol., 2010). Ostatní klony se pěstují méně z důvodu nedostatku sadebního materiálu a nevhodným stanovištním podmínkám. Doporučené klony topolů byly uveřejněny společně s vrbami ve věstníku Ministerstva zemědělství v roce 2004 viz tabulka č. 1. Všechny topoly obsažené ve věstníku disponují obdobnými vlastnostmi.

Tabulka č. 1, Doporučené klony dle věstníku MZe. Č. 1/2004

Topoly	
Kříženci balzámových topolů	
P-468	<i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Gry x <i>P. koreana</i> Rehd.
P-473	<i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Grasy x <i>P. koreana</i> Rehd. cf. <i>P. deltoide</i> Marsh x <i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Gray
Kříženci černých a balzámových topolů	
P-466	<i>P. maximowiczii</i> Henry x <i>P. x berlinensis</i> 'NE-44'
P-494	<i>P. maximowiczii</i> Henrz x <i>P. x berlinensis</i> 'Oxford'
J-105 (Max-4)	<i>P. nigra</i> L. x <i>P. maximowiczii</i> Henrz 'Maxvier'
J-104 (Max-5)	<i>P. nigra</i> L. x <i>P. maximowiczii</i> Henrz 'Maxfünf'
P-410	<i>P. nigra</i> x <i>P. simonii</i> Carr.

### 3.4.5. Topol japonský

Jak již bylo v práci zmíněno, topol japonský je kříženec euroasijského topolu černého a východoasijského topolu Maximovičova. Nejlepších výsledků na území střední Evropy dosahovaly klony J-104 (Max5) a J-105 (Max4), ale byly vyšlechtěny i jiné druhy – viz obrázek č. 3. Tento kříženec pravděpodobně vzešel z japonské snahy o vytvoření rychle rostoucí dřeviny pro papírenský průmysl kolem roku 1880. Podle Kohouta a kol. (2010) byly pro účely produkce biomasy ve výmladkových plantážích přivezeny v roce 1979 klony japonského topolu na území Evropy. Na našem území se nejstarší plantáž japonských topolů nachází v HD Unhošť.

Topol japonský je dvoudomá rostlina samičího pohlaví, jejíž rozmnožování se provádí výhradně řízkováním z matečnicových porostů (Špatenka – není znám rok vydání). Klony pak disponují rychlým termálním růstem v prvních letech, hustého větvení a vysoké ujímavosti. Různé zdroje se shodují s ujímavostí až 90 %.

Dospělosti tento topol dosahuje mezi osmým až desátým rokem života. Z důvodu ochrany přírody před šířením alochtonních druhů rostlin podléhá jeho maximální doba obmýtí legislativním omezením.

Označení klonů v ČR	Taxonomické zařazení	Označení IPC FAO	Jiná označení
Jap-101, J-101	} <i>Populus nigra</i> L. × <i>Populus maximowiczii</i> Henry	'Maxein'	MAX-1, OJPNM-101,
Jap-102, J-102		'Maxzwo'	MAX-2, OJPNM-102
Jap-103, J-103		'Maxdrei'	MAX-3, OJPNM-106
Jap-104, J-104		'Maxfünf'	MAX-5, OJPNM-104,
Jap-105, J-105		'Maxvier'	NM5 MAX-4, OJPNM-105, NM4

Obrázek č. 3, klony topolů japonských podle Wegera, 2011

Topol japonský je pěstován zejména pro energetické účely, a to zejména díky své schopnosti rychlého růstu. Koč (2010) uvádí, že topol japonský dosahuje ve třech letech výšky 12 až 15 metrů při průměru 15-25 cm, to dělá 70 a více tun dřevní hmoty na 1 hektar.

## **3.5. Výsadba topolu japonského**

### **3.5.1. Výběr stanoviště**

Klíčovým faktorem pro založení topolové plantáže jsou klimatické podmínky. Oproti vrbám mají topoly menší nároky na vodu, jsou ale mnohem náchylnější na teplotu. Teplota má i největší vliv na samotný růst těchto dřevin. Topoly jsou velice náchylné vůči mrazům a nejlepších výsledků dosahují v teplejších oblastech do 600-650 m. n. m.

Co se týče vodního režimu, topoly výtečně zvládají i záplavy trvající i několik týdnů. Stupavský (2009) uvádí, že hladina podzemní vody by neměla klesnout pod 120-150 cm. Nicméně Weger (2002) zmiňuje, že například domácí topol černý (*P. nigra*) a topol Simonův (*P. simonii*) a jejich hybridy, které osidlují v rámci svého původním areálu i stepní suché oblasti, rostou lépe než ostatní klony topolů na vysýchavých stanovištích jako jsou např. antropogenní půdy výsypek v severovýchodních Čechách.

Pro růst RRD jsou ideální 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 (Stupavský, 2009). Pro topoly jsou zcela nevhodné písčité a štěrkovité půdy. Důvodem je nedostatek podzemní vody. Dále půdy rašelinné, humusové nebo přemokřené půdy, na kterých si dřevina nedokáže vytvořit dostatečný kořenový systém a u kterých vzhledem k náročnosti terénu je problematické nasazení těžké techniky. To by způsobilo značné problémy zejména v mechanizaci těžby.

### **3.5.2. Příprava půdy**

Výsadba topolu japonského probíhá na jaře (druhá polovina března až konec dubna) do předem připravené půdy. Právě dobrá příprava půdy je v růstu dřeviny klíčová, aby růst dřeviny byl v prvních měsících optimální. Na velmi zaplevelených lokalitách je nutné začít intenzivní odplevelování již nejméně rok před výsadbou v závislosti na převažujících druzích plevelů a zvolené technologii odplevelování (Celjak, 2010). Zejména půda, která byla delší dobu neobdělávaná, je ohrožená plevellem (Gustafsson a kol., 2007).



Odplevelování může být provedeno různou technologií – použitím herbicidů, což je nejjednodušší, nebo ručním odstraněním. Technologie odplevelování je závislá především na velikosti pozemku, na kterém chceme plantáž vysazovat. Na plantážích velkých rozměrů by bylo ruční plení časově i fyzicky náročné, a proto se zde uplatňují více herbicidy. Pokud bychom chtěli i na velkých plochách uplatňovat ekologické zemědělství a chtěli bychom se vyvarovat použití herbicidů, existuje možnost použití černé fólie (mulčovací fólie), kterou se zakryje půda, a tak se zabrání klíčení plevelu.

K dosažení nejlepších výsledků je potřeba již na podzim provést orbu. Ministerstvo zemědělství doporučuje mělkou orbu do hloubky přibližně 6-10 cm u půd těžkých a jílovitých. A u ostatních druhů půd doporučuje provést orbu minimálně do hloubky 20-25 cm, a to zejména v případě, když sadebním materiálem jsou řízky. Pokud bylo odplevelení provedeno dobře, jarní orba již není potřeba a na pozemku se provede jen úprava kultivátorem a urovnání pozemku. V některých lokalitách, kde se nachází sečený luční porost, je doporučeno provést pruhovou úpravu pozemku s využitím půdní frézy se záběrem rotoru 60 – 80 cm a hloubkou zpracování 25 - 50 cm (vhodný je například lesní rotavátor nebo půdní fréza), respektive stržení pásu travního porostu oddrňovacím lesním pluhem (Celjak, 2010).

### **3.5.3. Sadební materiál**

Na trhu se sadebními materiály můžeme najít sazenice topolu ve čtyřech podobách. Prvním druhem sadby jsou prýty. Ty se prodávají v délkách 1 nebo 2 metry. Díky tomu jsou odolné vůči zastínění plevelu. Výsadba by se měla provádět od března do května. Jejich cena je však vyšší a díky velkým rozměrům je s nimi i složitější manipulace. To vylučuje při výsadbě zapojení mechanizačních prostředků.

Druhý způsob je krytokořená sadba. Tyto rostliny mají již vyvinutý kořenový systém, dosahují minimální výšky 30 cm a jsou dodávány s kořenovým balem. Díky těmto vlastnostem jsou odolné i na pozemcích, které jsou zaplevelené. Ujímavost těchto sazenic je téměř 100 % a je možné je sázet během celého vegetačního období, tedy od března do půlky října. K výsadbě je možné použít

mechanizační prostředek. Nicméně cena je vyšší, a tak je nutné dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci a přepravě.

Dalším druhem sadby je sadba prostokořenná, ta má obdobné vlastnosti jako sadba krytokořenná, jen je nutné ji zasadit do 48 hodin od dodání.

Posledním a nejpoužívanějším druhem sadebního materiálu jsou řízky. Jejich cena je oproti ostatním druhům sadby výrazně nižší, ujímavosti dosahují až 90 %, na výsadbu je možné použít mechanizační prostředek, ale je nutné pozemek předem odplevelit. Výsadba probíhá od března do května. Řízky obvykle bývají dlouhé 20-25 cm a jejich průměr se pohybuje od 0,8-3,5 cm. Podle Rutz (2016) by zasazené řízky měly mít minimální délku 15 cm a minimální průměr 0,8 cm, aby byla zajištěna odpovídající rezerva živin v rostlině. Pro tvorbu sadebního materiálu se používají výhony z jednoletých, popřípadě dvouletých výhonů. Tyto výhony se sklízí v zimě, kdy je doba vegetačního klidu, a skladují se při teplotě -4 °C až do doby pár dní před výsadbou. Tento sadební materiál je pak zpravidla dodáván podle školkařských zásad ve svazku po 50 kusech. Společně je zabalen jeden klon řízků stejného věku (jednoleté, resp. dvouleté), svazek je označen dvěma štítky (vně a uvnitř) a na štítku je uvedena sadba, dodavatel, klon, počet (Celjak, 2010). Tyto prýty se následně zkrátí na požadovanou délku. Nejrychlejší je způsob krácení pomocí pily při více kusech. Tento způsob je sice nejrychlejší, ale může dojít k poškození pupenů a tím pádem k znehodnocení celé sazenice. Tento problém se dá minimalizovat krácením po jednom kusu. Dalším problémem, který může nastat, je roztřep, který může být napaden různými druhy houbových onemocnění. Nejšetrnějším způsobem je ruční krácení pomocí nůžek na větve. Pro usnadnění práce je možné pořídit nůžky pneumatické. Pro lepší sázení zejména tlustších řízků s průměrem okolo 3-4 cm je možné řízky na konci zakrojit do špičky, aby se lépe zapichovaly do půdy. Důležité je, aby samotný řízek disponoval alespoň třemi pupeny, z nichž by měl minimálně jeden po zasazení vyčnívat na povrch. Řízky různých druhů používané pro výsadbu musí být zakoupeny od autorizovaných prodejců nebo školek, které by měly také poskytnout veškeré informace o specifických charakteristikách různých druhů nebo odrůd (Rutz, 2016).

#### **3.5.4. Technologie výsadby**

Existují dva způsoby, jak provádět výsadbu. Za prvé lze sadbu realizovat ručně. V tomto případě řízky sázíme v řadách podél předem natažených provázků. Na provázcích je vyznačen spon mezi jednotlivými řízků. Sazení v řadách nám umožní snazší použití mechanizace při těžbě a při odplevelování. V prvním roce při výsadbě se sazenice zapichují svisle nebo mírně šikmo. Po zasazení je nutné zeminu kolem sazenice sešlápnout, aby řádně přilnula k řízku. Pokud je půda příliš slehlá a ruční sadbou bychom mohli řízky poškodit, je žádoucí použít pro sadbu sázecí rýč nebo ruční sazeč s průměrem cca 2 cm. Tím si předem připravíme otvory, do kterých později řízky vkládáme. Poté se opět provede sešlápnutí okolní zeminy. Řízek by neměl vyčnívat nad povrch více než 3 cm, výjimkou jsou jílovité půdy, na kterých je vhodnější nechat řízek vyčnívat 3-5 cm.

Druhý způsob, jakým můžeme sazenice zasadit, je použití mechanizace. Pro potřeby plantáží se používá rýhový zalesňovací stroj, který je určen k výsadbě prostokořenných a krytokořenných sazenic lesních dřevin na pasečných plochách. Energetickým prostředkem pro tento stroj jsou UKT (univerzální kolový traktor) s přední hnanou nápravou s výkonem nad 50 kW nebo SLKT (speciální lesní kolový traktor). S traktorem se rýhový zalesňovací stroj propojí pomocí trojbodového závěsu. Obsluhu tohoto stroje tvoří řidič traktoru a jeden nebo dva sazeči.

Spon se liší podle účelu pěstování. Pokud topol pěstujeme pro štěpku, využívá se spon mezi jednotlivými řízků v řádku 0,3-0,6 m. Spon mezi řádky se určuje podle způsobu, jakým chceme topol sklízet, obvykle se volí 1,5-3 m. Záleží na mechanizaci těžby a odplevelování. Pokud volíme sadbu ve dvojřádku, spon v řádku bude 0,6-0,8 x 0,6-0,8 m (zahrnuje vzdálenost řízků v řádku a vzdálenost dvojřádku od sebe). Mezi dvojřádky pak vzdálenost zůstává stejná jako pro jednořádkový způsob.

V případě, že topol pěstujeme ke sklizni polen, musíme použít řidší spon. Důvod je, aby dřevina měla dostatek místa a dosahovala požadovaných tloušťek. Pro tento účel se používá pouze jednořádkové pěstování. Spon se pak volí 0,7-3 m v řádku, spon mezi řádky opět 1,5-3 m podle technologie těžby.

### **3.6. Technologie sklizně**

Sklizeň topolu by měla probíhat v době vegetačního klidu, nejvhodnější je období od prosince do března, kdy se v pletivech nachází nejnižší množství vody. Dále by v tomto období měla být půda zmrzlá, aby se po ní mechanizační prostředky mohly bezpečně pohybovat. Počasí je však velice proměnlivé, a tak mohou nastat situace, kdy napadne nadbytek sněhu, což znemožní pohyb po ploše, nebo naopak mohou být teploty natolik vysoké, že půda nebude zpevněná a tím bude znemožněna těžba. A navíc v zimních měsících bývají volní jak pracovníci, tak zemědělské stroje.

Plantáže rychle rostoucích topolů se sklízají v tzv. velmi krátkém obmýtí, které se v našich podmínkách pohybuje mezi 4 až 6 roky (Celjak, 2010). Při celkové době existence plantáže, která se pohybuje mezi 20-25 roky (ve výjimečných případech i 30 let) se celkový počet sklizní pohybuje mezi 4 až 7. Maximální dobu obmýtí pro hybridy topolu Maximovičova je stanovena zákonem, viz předchozí kapitoly, na 8 let. Celjak (2010) také uvádí, že se nedoporučuje sklízet v kratších dobách obmýtí, protože se tím snižuje celkový výnos za celou dobu existence plantáže. Scholz pak uvádí, že náklady na sklizeň (těžbu) rychle rostoucích dřevin (RRD) tvoří podle dosavadních zkušeností 30 až 60 % celkových nákladů a určují tak z velké části cenu této formy energetické dendromasy.

#### **3.6.1. Metoda štěpkování**

Metoda štěpkování patří k nejefektivnějším způsobům sklizně topolů. Existuje několik postupů, jakými můžeme topoly štěpkovat, výsledná technologie pak závisí na využití těžené štěpky a dostupné technologii.

V současné době je nejpoužívanější metodou metoda dvoufázová. V první fázi jsou stojící stromy pokáceny. Ke kácení je používána motorová pila. Pokud

potřebujeme štěpku suchou, můžeme ležící stromy nechat vyschnout, pokud výsledným produktem má být štěpka mokrá, tak těžba i štěpkování probíhá současně. V druhé fázi jsou stromy sbírány a vkládány pomocí sběrného bubnu či hydraulické ruky do mobilního štěpkovače taženého traktorem. Štěpkovač může být poháněn jak motorem traktoru, tak i vlastním. Scholz (2009) uvádí, že nevýhodou této dvoufázové těžby je, že při běžných rozestupech řad může být vždy kácena jen jedna řada a následně protisměrně štěpkována a až poté může být zpracována další řada. K této metodě jsou zapotřebí dva traktory (jeden táhne mobilní štěpkovač, druhý přívěs) a jedna motorová pila.

Metoda jednofázová je závislá na dostupném mechanizačním prostředku, který dokáže strom jak posekat, tak seštěpkovat. Tato metoda se v současné době na malých plochách nevyplatí a je určena jen pro stromky malých průměrů. Na stromky do průměru 7 cm můžeme použít běžnou řezačku na kukuřici značek John Deer, Class, New Holad nebo Krone. Na stromy o průměrech 7-12 cm je potřeba speciální úprava řezného ústrojí. Další alternativou jsou sklízecí sekačky, které můžeme připojit přes tříbodový závěs za traktor. Tyto sekačky dokážou sklízet stromy do průměru až 6 cm a vyrábí se v jednořádkové i dvouřádkové verzi. K této metodě jsou zapotřebí dva traktory. První táhne sklízecí sekačku a druhý přívěs. Popřípadě je mechanizace tvořena jednou řezačkou na kukuřici a jedním traktorem s přívěsem.

### **3.6.2. Svazková metoda**

Při svazkové metodě jsou stromky nejdříve pokáceny a poté sesbírány do svazků. To lze provést buď ručně, kdy jsou stromy pokáceny motorovou pilou, nebo křovinořezem a za pomoci lidské síly svazovány do svazků/snopků. Tato metoda je neefektivní a velice fyzicky náročná, proto se dá použít pouze na malých plochách do 2-3 ha. Při použití mechanizace se používají tzv. sekací svazkovače. Ty existují buď jako přídatné zařízení za traktor, nebo jako samostatný sklízecí stroj. Svazkovač strom nejen pokácí, ale spojuje do svazků. Pokud by stromy dosahovaly větších průměrů, je možné použít i harvester se speciální hlavicí, která kromě krácení má i funkci svazkování.

Takto svázané snopky se poté nechají vysušit na místě, anebo se přímo odváží do tepláren ke konečnému zpracování.

### **3.6.3. Metoda kmenových výřezů**

Tato metoda se aplikuje u plantáží s dobou obmýti alespoň 10 let. Tyto kultury jsou nazývány lignikulturami a pro jejich těžbu se používá běžná těžební lesnická technika. Topol japonský má však maximální dobu obmýti 8 let, a proto se alespoň u nás tato metoda nepoužívá. Některé firmy ale nabízejí prodej stojících topolů, kde lidé si mohou na plantáž sami přijet a pokácet si dřevo pro svoji osobní potřebu. V tomto případě jsou stromy těženy motorovou pilou, kterou jsou nadále kráceny na přepravní délky.

## **3.7. Využití topolového dříví**

### **3.7.1. Energetické využití**

V současné době se topolové dřevo nejvíce využívá pro energetické účely. Celjak (2010) uvádí, že výhřevnost čisté dřevní hmoty klonu J-104 je 19,501 MJ/kg, s kůrou 20,389 MJ/kg. Pro klon J-105 uvádí 19,477 MJ/kg bez kůry a s kůrou 20,007 MJ/kg. Výslednou výhřevnost určuje především obsah vody, chemická struktura čisté dřevní hmoty a obsah pryskyřice.

Tabulka č. 2, Výhřevnost čisté dřevní hmoty klonu J-104, zdroj Celjak 2010

Obsah vody (%)	Výhřevnost čisté dřevní hmoty (MJ/kg)
5	18,4
10	17,31
15	16,21
20	15,11
25	14,01
30	12,92
35	11,82
40	10,72
45	9,63
50	8,53
55	7,43
60	6,33

### **3.7.1.1. Štěpka**

Nejběžnější a nejjednodušší zpracování topolových plantáží je výroba štěpky. K zpracování na štěpku dochází přímo na plantáži dvoufázovou nebo jednofázovou sklizní pomocí sklízecí mlátičky nebo štěpkovače. Velikost štěpky se pohybuje od 5 mm do 100 mm (Kohout a kol., 2010)

Štěpka se dá rozdělit na suchou a mokrou. Suchá štěpka dosahuje vlhkosti do 20 % obsahu vody a je především určena ke spalování v kotlích do výkonu 1MW. Popřípadě se z ní dají vyrobit brikety či pelety. Mokrý štěpka dosahuje vlhkosti mezi 45-55 % obsahu vody a je určena do tepelných teplárenských elektráren, popřípadě do kotlů o výkonosti nad 1 MW.

Dále se štěpka dá dělit podle příměsí, které štěpka obsahuje. Stupavský a Holý (2010) rozlišují štěpku na zelenou, hnědou a bílou. Zelená štěpka obsahuje i listí, popřípadě jehličí, a její vlhkost je nejvyšší. Dalším druhem je štěpka hnědá, ta se vyrábí z neokorněného dřeva a obsahuje tedy části kůry. Posledním druhem je štěpka bílá, ta se vyrábí z odkorněného dříví (nejčastěji pilařské zbytky). Z topolového dříví se k energetickému využití vyrábí především štěpka hnědá, a to z důvodu jednoduššího výrobního procesu než u štěpky bílé (odkornování kmenů pro palivovou štěpku je zbytečné). Štěpka zelená se z topolů také nevyrábí, protože těžební práce probíhají v zimních měsících, kdy se listy na stromech nevyskytují.

### **3.7.1.2. Pelety**

Stupavský (2010) definuje pelety jako vysoce stlačené výlisky válcovitého tvaru. Nejčastěji mají průměr 6 mm a délku 5-40 mm. Většinou se vyrábí ze zbytkových dřevních materiálů (piliny, hobliny) a štěpky, ale můžou se vyrábět i z nedřevních rostlin, jako jsou slunečnice, řepka, šťovík či seno.

Technologie výroby pelet spočívá ve zpracování dostatečně vysušeného materiálu. Pejzl (2008) uvádí, že optimální vlhkost materiálu je 10 %. Před samotnou peletizací je materiál zpracován kladívkovým drtičem. Dále se materiál za teploty, při které se lignin plastifikuje, protlačuje skrz matricový lis a následuje ochlazení, po které pelety získají potřebnou pevnost.

Verner (2007) jejich výhřevnost uvádí 17,5-19,5 MJ/kg, Stupavský (2010) uvádí 16 až 18 MJ/kg, což víceméně odpovídá výhřevnosti čisté dřevní hmoty topolu s 10% vlhkostí.

### **3.7.1.3. Brikety**

Brikety jsou vyráběny lisováním např. ze suchého dřevního prachu, drtě, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných zbytků do tvaru válečků, hranolů nebo šestistěnnů, o průměru 40 až 100 mm a délky do 300 mm (Stupavský a Holý, 2010). Jejich výroba probíhá v briketovacích lisech bez přidání pojivých materiálů. Vlhkost se pohybuje do 10 % a výhřevnost mezi 12 až 18 MJ/kg.

Brikety mohou být jednosložkové (jsou tvořeny pouze jedním druhem biopaliva) nebo vícesložkové. Brikety vícesložkové kombinují dřeviny a trávy pěstované pro energetické využití. Topolové dřevo je možné kombinovat s energetickými travinami, konkrétně se osvědčily kombinace s ovsíkem vyvýšeným (*Arrhenatherum elatius*) a srhou laločnatou (*Dactylis glomerata* L.).

### **3.7.1.4. Polena**

Posledním způsobem, jak se dá topolové dřevo energeticky využít, je jeho spalování v podobě polen. Ty vznikají příčným krácením kmene stromu pomocí motorové pily a jsou určeny především pro domácnosti. Polena mohou být dle potřeby dále dělena. Polena by neměla být spalována v blízké době po těžbě, a to kvůli jejich vysokému obsahu vody a tím pádem menší výhřevnosti (viz tabulka č. 3). Polena častokrát produkují vlastníci drobných zemědělských půd, a to zejména pro svoji vlastní potřebu.

## **3.7.2. Neenergetické využití topolového dříví**

Topolové dřevo nemusí sloužit jenom jako obnovitelný zdroj paliva, jeho dřevo stále více nalézá využití i v jiných než energetických odvětvích.

Proto existuje celá řada způsobů využití topolového dřeva. Mezi ty nejvýznamnější patří výroba buničiny, překližek a jiných lepených produktů na bázi dřeva. Díky zvětšující se poptávce po různých typech lepených panelů (OSB nebo LVL desky) se jeho významnost na trhu čím dál tím více zvyšuje.



### **3.7.2.1. Buničina a papír**

Jedním z hlavních využití topolového dřeva je výroba buničiny a papírových výrobků. Topolové dřevo je vhodné pro výrobu od ubrousků, kapesníků, jemného papíru, přes stavební desky jako jsou izolační desky, stropní desky nebo sololitové desky, až po sulfátový papír.

Topolová buničina je kvůli svým vlastnostem (nízké průhlednosti, snadné tvorbě jednotlivých listů papíru a dobré potiskovatelnosti) zvláště vhodná pro výrobu jemného papíru. V zahraničí se pro výrobu buničiny topolové dříví hojně využívá. Na našem území se buničina z topolového dříví nevyrábí, v současné době se buničina vyrábí z 90 % ze smrkového a z 10 % z borového dříví (Arppe, 2006).

### **3.7.2.2. Řezivo**

Objemy řeziva jsou oproti jiným dřevinám minimální. Díky malým průměrům a vysokému výskytu hniloby jsou průměrné náklady větší než u jiných listnatých dřevin a mnohonásobně větší než u dřevin jehličnatých. Přesto má ale na trhu uplatnění. Díky své nízké hmotnosti se používá například na výrobu palet nebo přepravních boxů na ovoce. Další využití topolové našlo jako obkladové dřevo např. v saunách – proti jehličnatým dřevinám má výhodu, že při vysokých teplotách neuvolňuje pryskyřici. Balatinecze a kol. (2000) pak uvádí, že v Severní Americe se topolové dřevo používá pro výrobu rámu. Dále také uvádí, že je nepravděpodobné, že by topoly mohly někdy konkurovat komerčním druhům dřevin s vyšší produkční hodnotou, jako je douglaska a borovice.

### **3.7.2.3. Kompozitní produkty**

Kompozit je jakákoliv kombinace dvou nebo více materiálů v jakékoliv formě a pro jakékoliv použití. Při tvorbě kompozitních materiálů je snahou vytvořit nový produkt, který kombinuje vlastnosti materiálů, ze kterých je stvořen. Mezi kompozitní materiály se dá zařadit celá řada dřevěných výrobků od kompozitních panelů (dřevotřískové desky, OSB desky a překližky) až po kompozitní řezivo (laminované dýhové řezivo (LVL), vrstvené třískové řezivo (LSV) a kompozitní dřevěné nosníky (I-beams).

Výroba všech kompozitních materiálů zahrnuje přeměnu surového dřeva na menší prvky, které jsou následně lepeny do účinných konstrukčních tvarů a velikostí. Konečný produkt pak disponuje větší odolností, trvanlivostí a pružností. Nicméně jejich výsledná kvalita je stejně ovlivněna kvalitou zpracovaného dříví.

#### **4. Metodika**

Práce byla vypracována rešeršní formou, celkem bylo použito 40 různých zdrojů. Největším přínosem byly práce pana Ing. Pavla Kohouta, Ing. Jana Wegera, Ph.D. a Ing. Ivo Celjaka, CSc., konkrétně publikace Rychle rostoucí dřeviny v energetice (2010) a Pěstování topolů pro energetické účely 1-3 (2010). Dalším velice důležitým zdrojem byl web vypestujbiles.cz, kde pan Petr Špatenka problematiku rychle rostoucích dřevin velice dobře zpracovává a dokládá je i poučnými videi.

#### **5. Výsledky**

Mezi tradiční využití dřeva uvedeného topolu patří především zužitkování energetické v různých podobách (pelety, brikety, polena), pro jehož účely je na našem území pěstován. Nejčastějším výrobkem, který se z topolového dřeva vyrábí, je štěpka. Ta je pak buď přímo spalována, nebo se z ní vyrábí jiné energetické produkty např. pelety.

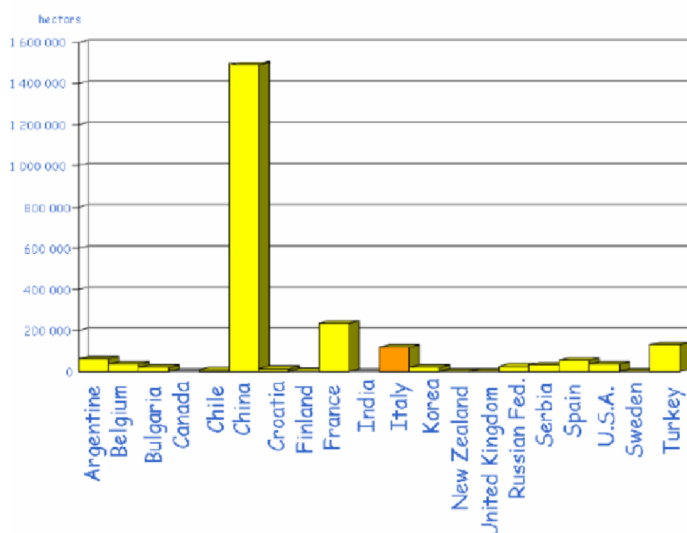
V zahraničí se hojně pěstuje pro výrobu buničiny, u nás se buničina z topolového dříví nevyrábí, její výroba je tvořena z 90 % ze smrkového a z 10 % borového dříví. Dalším možným využitím topolového dříví je výroba kompozitních materiálů.

Co se týče pěstování topolu, tak nejpoužívanější metodou je pěstování v jednom řádku ve sponu 0,3- 0,6 m v řádku pro pěstování topolu na štěpku. Pro pěstování topolu na kulatinu se využívá spon 1,5-3 m. Mezi řádky se pak volí spon 1,5-3 m, záleží na mechanizaci použité při těžbě. Pro dosažení větších objemů topolu by bylo zapotřebí pěstovat topoly v řidším sponu s delší dobou obmýtí, než v jakém u nás stanovuje zákon (maximální doba obmýtí pro

klony topolu Maximoviče je 8 let). Pro dosažení maximálního potenciálu by bylo zapotřebí udělat legislativní změny, které by vedly k prodloužení doby obmýtí.

## **6. Diskuse**

Topol japonský je jistě velice perspektivní dřevinou, která má širokou škálu využití. Například může být použit buď jako levný obnovitelný zdroj paliva, nebo jeho dřevo je vhodné pro výrobu kompozitových desek, popřípadě palet, nebo na výrobu buničiny a papíru. Z tohoto důvodu se topolové plantáže hojně vyskytují po celém světě – viz obrázek č. 4. Absolutně největší plochu zabírají topolové plantáže v Číně, kde zauímají rozlohu přes 1,4 milionů hektarů. Na dalších místech, co se týče celkové rozlohy topolových plantáží, se pak vyskytuje Itálie, Turecko a Francie.



Obrázek č. 4, Pěstování topolu ve světě, zdroj Gaetano (2006)

Obzvláště dobrých výsledků dosahuje topol japonský v Itálii, kde se podle IPC (2020) topolové plantáže rozléhají na 46 000 hektarech (převážně v severní Itálii). Plantáže topolu sice tvoří méně než jedno procento veškeré rozlohy lesních pozemků, produkují však 40 % veškeré kulatiny vypěstované v Itálii. Bisoffi a Coaloa (2000) dokonce uvádí produkci až 45 % při 1,3% zastoupení v rámci všech lesních pozemků.

Hlavními rozdíly v pěstování topolu u nás a v Itálii jsou ve sponu a době obmýtí. U nás zákon udává, že maximální délka obmýtí pro křížence topolu Maximoviče, pod který japonský topol patří, je 8 let. V Itálii se doba obmýtí

pohybuje okolo 10 let, nicméně velice často se zde topoly pěstují v tzv. lignikulturách, kde si podle Kouhouta a kol. (2010) sázejí se sponem 6 x 6 m, v teplých oblastech až 8 x 8 m. V těchto kulturách se doba obměny pohybuje mezi 20-25 lety.

V Číně, kde se rozkládá nejvíce topolových plantáží, probíhaly četné výzkumy týkající se zvýšení možnosti využití dříví. Zaměřily se především na zlepšení fyzikálních vlastností tohoto dřeva. Výsledkem této snahy byl tzv. scrimber composite. Jeho výroba probíhá v šesti krocích. V prvním kroku se topolové dřevo nařeže na dýhy o tloušťce kolem 2 mm. V druhém kroku se tyto dýhy vysuší, aby dosahovaly vlhkosti 20 %. Ve třetím kroku je provedena impregnace proti plísním a prostředky na zpomalování hoření. Tato impregnace má za důsledek zvýšení trvanlivosti produktu. Následně se takto ošetřené dýhy nasatí pryskyřicí a opět vysuší na vlhkost kolem 20 %. Po tomto kroku následuje proces tvarování. Takto upravené dýhy se stáčí za studena do obdélníku a za tepla se vytvrzují a stlačují do forem. Po odstranění forem vzniká výsledný produkt, který dosahuje až 2krát větší hustoty a až 3krát větší elasticity než surové topolové dřevo nebo ostatní materiály na bázi dřeva (OSB, LVL) - viz tabulka č. 4.

Tabulka č. 3, Fyzikální vlastnosti topolových výrobků, zdroj HE, Min-Juan, et al, 2016

Produkt	Hustota (kg/m <sup>3</sup> )	Tuhost (MPa)	Modul elasticity (MOE) (MPa)
Scrimber	885	140	22,310
Topolové dřevo	400	69	6127
Topolové OSB desky	630	63	8301
Topolové LVL desky	438	84	6819
LVL desky hybridů topolu	490	96	8364

Gaetano (2006) ve své práci uvádí, že při výrobě lamelových trámů je možné použít společně s topolem i jiné pevnější dřevo, a to zejména pro dosažení větší pevnosti při ohybové zátěži. Nejdříve byly provedeny pokusy s eukalyptovým dřevem (*Eucalyptus grandis*), kde se mezi dvě laminové desky

eukalyptu vložilo pět desek topolu. Takto vyztužený trám pak dosahoval zvýšení pevnosti v ohybu (MOR) o 78 % a modelu elasticity (MOE) o 50 %. Po úspěchu s eukalyptovým dřevem byly provedeny i pokusy s dalšími dřevinami, a to se smrkem a modřínem. Ze všech pokusů nejlépe vyšla kombinace se čtyřmi deskami pevného dřeva (modřín nebo smrk), mezi které se vložilo sedm topolových desek. Tyto nosníky pak dosahovaly zvýšení pevnosti v ohybu (MOR) o 45 % a modelu elasticity (MOE) o 65 % ve srovnání z celotopolovými nosníky. Nejenže nosníky vyrobené z více druhů dřeva jsou méně křehké než nosníky jednodruhové, ale podle Gatana (2006) by se nahrazováním smrku nebo modřínu topolem ve vnitřcích lamelách mohlo ušetřit až 25 % nákladů na materiál.

Balatinecz (2020) uvádí, že jedním z hlavních využití topolu je výroba buničiny a papírových výrobků. A jedním z vedlejších produktů při výrobě buničiny je lignin. Ten se dá podle Hýska (2021) využít na výrobu lepidel, nátěrových či impregnačních hmot. V současné je na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze (FLD) vyvíjena metoda peletizace práškového ligninu za účelem jeho jednodušší manipulace (Hýsek, 2021). Takto zpracovaný lignin se dá pak rozpustit ve vodě či jiném rozpouštědlu a dále se může být použit pro výrobu vysokotlakých laminátů, překližek nebo dalších kompozitních materiálů na bázi dřeva.

Již zmíněné kompozity nemusí být pojeny pouze lepidlem a dřevem. Existují i kompozity, které jsou spojené minerálními pojivy. Nejčastějším kompozitem s minerálním pojivem jsou cementotřískové desky, jež disponují výbornými mechanickými i fyzikálními vlastnostmi. Hýsek (2021) uvádí, že cukry rozložené z hemicelulózy znesnadňují tuhnutí cementu v kompozitech, proto navrhuje využití geopolymerů, které tuhnou a tvrdnou rychleji. Výsledný produkt pak disponuje odolností vůči biotickým a abiotickým činitelům, rozměrovou stabilitou, vysokou pevností a protipožárními vlastnostmi.

## 7. Závěr

Tato bakalářské práce se zabývá problematikou rychle rostoucích dřevin, konkrétně tzv. topolem japonským, který vznikl křížením topolu černého a topolu Maximovičova. V rámci této problematiky je v této práci z dostupných zdrojů zpracován přehled technologií ve výsadbě a těžbě uvedeného topolu včetně legislativy, která je pro pěstování topolu japonského klíčová.

Z dostupných informací vyplývá, že pro maximalizaci růstu je zapotřebí topol pěstovat v takových kulturách, kde se využívá řidší spon. Například v lignikulturách, kde se používá spon 6 x 6 m až 8 x 8 m, nebo v silvikulturách (spon od 3 x 3 m do 5 x 5 m). V takovýchto kulturách se doba obmýetí pohybuje kolem 20-25 let. Tento způsob pěstování japonského topolu na našem území není možný, z důvodu legislativního omezení, které udává maximální dobu obmýetí pro klony topolu Maximovoče na 8 let. Pro dosažení větších výsledků v pěstování topolu by bylo zapotřebí provést legislativní změny a dobu obmýetí prodloužit. Pěstování v lignikulturách či silvikulturách lze však využít pro pěstování domácích druhů topolů či vrb.

Dalším tématem této práce bylo vytvoření přehledu tradičních možností využití dřeva uvedeného topolu. Nejčastější využití se nachází v energetice – ať už v podobě štěpky, briket, pelet či polen. V České republice se topolové dřevo prakticky nevyužívá jinak než jako obnovitelný zdroj energie.

Zahraniční zdroje ze zemí, které se v pěstování topolů drží na prvních místech (Čína, Itálie, USA), hledají způsoby, jak topolové dřevo využít ve stavebnictví. Jedna z alternativ je využití dříví v kompozicových materiálech např. OSB, LVL a LSV. Existují zde snahy o vytvoření pevných kompozitů jakým je např. scrimber composite, který disponuje až dvojnásobnou tuhostí než surové topolové dřevo nebo OSB desky. Další snahou je při lamelových kompozitech topolové dřevo použít například se dřevem smrkovým. Tím se dosáhne větší pevnosti než u samotného topolového dřeva a větší pružnosti než u dřeva smrkového.

Mezi další významné využití topolového dřeva se určitě musí zařadit výroba buničiny a papíru, kde topolové dřevo dosahuje velice dobrých výsledků.

Bohužel se v České republice k výrobě buničiny nepoužívá, to by se však v budoucnu mohlo změnit a papírny by mohly topolové dříví začít přijímat. Možným důvodem, proč tomu tak není, je, že se pěstitelům topolů prodej dříví na výrobu buničiny finančně nevyplatí a raději ho prodávají jako zdroj obnovitelné energie.

Surové dříví nenachází na trhu takové uplatnění jako dříví jiných stromů. Používá se nejvíce pro výrobu palet a přepravních boxů. Jako další možný způsob využití topolového dříví je výroba dřevěných jednorázových příborů, které jsou v současné době, kdy se snaží spotřeba plastů minimalizovat, na vzestupu.

## **8. Zdroje**

STUPAVSKÝ, Vladimír: Výběr vhodného stanoviště pro založení plantáže rychle rostoucích dřevin. Biom.cz [online]. 2009-04-27 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 1.. Biom.cz [online]. 2010-08-23 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz-rychle-rostouci-dreviny/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 2. Biom.cz [online]. 2010-08-30 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz-rychle-rostouci-dreviny/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-2>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 3. Biom.cz [online]. 2010-09-06 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz-rychle-rostouci-dreviny/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-3>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Topoly a vrby k energetickému užití. Biom.cz [online]. 2009-08-10 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí. Biom.cz [online]. 2002-01-18 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Výmladkové plantáže topolů a vrb. Biom.cz [online]. 2011-01-05 [cit. 2022-03-05]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.



WEGER, Jan: Biomasa jako zdroj energie. Biom.cz [online]. 2009-02-02 [cit. 2022-03-11]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>. ISSN: 1801-2655.

CZ Biom,: Biomasa je lídrem evropské energetické transformace. Biom.cz [online]. 2020-04-03 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-lidrem-evropske-energeticke-transformace>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Biomasa je nezbytná součást lidského života. Biom.cz [online]. 2008-12-22 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota>>. ISSN: 1801-2655.

MIROSLAV, Sváček. Sklizeň RRD [online]. Datum vydání neuvedeno [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>

SCHOLZ, Volkhard: Rychle rostoucí dřeviny – technologie sklizně. Biom.cz [online]. 2009-07-01 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.

ČERNÍČEK, Tomáš a Lucie LIPOVSKÁ. Japonský topol od firmy JAPOL [online]. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://www.japonskytopol-prodej.cz/>

ŠPATENKA, Petr. O japonském topolu v časopise [online]. Datum vydání neuvedeno [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.vypestujbiles.cz/>

KRATOCHVÍLOVÁ, Zuzana: Rychle rostoucí dřeviny (vrby a topoly) pěstované s použitím mulčovací folie. Biom.cz [online]. 2009-07-06 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-vrby-a-topoy-pestovano-s-pouzitim-mucovaci-folie>>. ISSN: 1801-2655.

Pastorek, Zdeněk, Jevič, Petr, and Kára, Jaroslav. Biomasa : Obnovitelný Zdroj Energie. 1. Vyd.. ed. Praha: FCC Public, 2004. Print.

Koč, Břetislav. (2010): Zemědělský Týdeník Roč. 13, č. 8 (2010) 13:8 ; Příl. Moderní Výrobní Technologie Č. 1 (2010), S. 6-7 1. Print.

Kohout, Pavel. Rychle Rostoucí Dřeviny v Energetice : (topoly a Vrby) : [odborná Monografie]. 1. Vyd.. ed. České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská Fakulta, 2010. Print.

Rychle Rostoucí Dřeviny a Jejich Pěstování. 1. Vyd.. ed. Praha: Státní Zemědělské Nakladatelství, 1953. Print. Lesnická Knihovna. Malá řada.

Vincent, Gustav, and Špalek, Vladimír. Topoly, Jejich Pěstování a Dřevní Produkce. Praha: SZN, 1954. Print. Lesnická Knihovna Malá řada.

WEGER, Jan, Miloslav ŠÍR a Oldřich SYROVÁTKA. Hydrologie půdy v malém povodí 2003, Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin a možnosti jejich vodohospodářského využití v krajině, s 243-251, 2003, Praha.

STUPAVSKÝ, Vladimír: Pelety z biomasy – dřevěné, rostlinné, kůrové pelety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

VERNER, Vladimír: Alternativní pelety. Biom.cz [online]. 2007-12-31 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/alternativni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Brikety z biomasy – dřevěné, rostlinné, směsné brikety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>>. ISSN: 1801-2655.

HUTLA, Petr, JEVIČ, Petr: Topné brikety z kombinovaných rostlinných materiálů. Biom.cz [online]. 2012-10-15 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vlastnosti-topnych-briket-z-kombinovanych-rostlinnych-materialu>>. ISSN: 1801-2655.

STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Dřevní štěpka – zelená, hnědá, bílá. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.

PEJZL, Jaroslav: Dřevěné (dřevní) pelety. Biom.cz [online]. 2008-11-26 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevene-drevni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

IPC. Poplars in Italy [online]. 2020 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://www.ipc2020.it/poplars-in-italy/>

HE, Min-Juan, et al. Production and mechanical performance of scrimber composite manufactured from poplar wood for structural applications. *Journal of Wood Science*, 2016, 62.5: 429-440

BALATINECZ, John J.; LECLERCQ, Andre; KRETSCHMANN, David E. Achievements in the utilization of poplar wood: guideposts for the future. In: 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000): poplar and willow culture: meeting the needs of society and the environment. St. Paul, Minn.: US Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 2000. General technical report NC; 215: p. 11. 2000.

CASTRO, Gaetano Lo; FRAGNELLI, Giuseppe. New technologies and alternative uses for poplar wood. *Boletín Informativo CIDEU*, 2006, 2: 27-36.

BALATINECZ, John J.; LECLERCQ, Andre; KRETSCHMANN, David E. Achievements in the utilization of poplar wood: guideposts for the future. In: 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000): poplar and willow culture: meeting the needs of society and the environment. St. Paul, Minn.: US Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 2000. General technical report NC; 215: p. 11. 2000

HÝSEK, Štěpán. Inovované možnosti využití dřeva. *Lesnická práce: Časopis pro lesnicko-dřevařskou praxi a vědu*. Kostelec nad Černými lesy, 2021, 100, 30-31.

Topol. Lesycr [online]. [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: <https://lesycr.cz/drevo/charakteristika-dreva-jednotlivych-drevin/topol/>

BERCHA, Jan. Jaká je situace průmyslu papíru a celulózy v ČR? *Lesnická práce*, 2006, ročník 85, č.04/06.

Česko, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Vyhláška č. 477 ze dne 20. prosince 2012 o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchování dokumentů. In Sběrka zákonů, 2012. Dostupné také z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-477#p1>

Česko, Vláda, Zákon č. 114 ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny, In Sběrka zákonů České republiky, 1992, částka 28/1992, Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>

Česko, Vláda, Zákon č. 334 ze dne 12. května 1992 o ochraně zemědělského půdního fondu, In Sběrka zákonů České republiky, 1992, Částka 68/1992, Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334>

Česko, Vláda, Zákon č. 252 ze dne 24. září 1997 o zemědělství, In Sběrka zákonů České republiky, 1997, Částka 85/1997, Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-252>

Česko, Český úřad zeměměřický a katastrální, Vyhláška č. 357 ze dne 1. listopadu 2013 o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška), In Sběrka zákonů České republiky, 2013, částka 141/2013, Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-357>