

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Vybrané ekonomické aspekty pěstování rychle
rostoucích dřevin**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Martin Fajman, Ph.D.

Vypracovala:
Aneta Smílková

Brno 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Aneta Smílková**
Studijní program: Zemědělské inženýrství
Obor: Agrobiznys
Název tématu: **Vybrané ekonomické aspekty pěstování rychle rostoucích dřevin**
Rozsah práce: 30-40 stran včetně příloh

Zásady pro vypracování:

1. Na základě studia literárních a informačních zdrojů zpracujte přehled pěstebních technologií výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin včetně využití dendromasy těchto dřevin.
2. Zaměřte se na výběr vhodných indikátorů sledování ekonomické efektivity tohoto způsobu pěstování z hlediska jednotlivých agrotechnických zásahů a způsobů sklizně včetně energetického využití biomasy.
3. Na základě vybraných modelových příkladů zvoleného typu plantáže a realizace její produkce na trhu proveďte vyhodnocení ekonomických ukazatelů.
4. Ze získaných údajů sestavte přehledný závěr, diskutujte sledovanou problematiku ve vztahu k Vašemu studijnímu zaměření, a popř. sestavte doporučení pro praktickou aplikaci pěstebních technologií i dendromasy z RRD.



Seznam odborné literatury:

1. MAUER, O. *Pěstování sadebního materiálu topolů a stromových vrb*. In: ČÍŽKOVÁ, L. *Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychlerostoucích dřevin: podstatně rozšířený a doplněný obsah tématických vystoupení přednesených na semináři "Aktuální problematika lesního školkařství v roce 2006" konaného 7. a 8. prosince 2006 v Třebíči*. Kostelec nad Černými lesy: Sdružení lesních školkařů ČR, 2006. s. 24–48. ISBN 80-86386-85-6.
2. ČÍŽEK, V. – ČÍŽKOVÁ, L. *Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice: recenzovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2009. 45 s. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-022-5.
3. FAJMAN, M. – PALÁT, M. – SEDLÁK, P. Estimation of the yield of poplars in plantations of fast-growing species within current results. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis = Acta of Mendel University of agriculture and forestry Brno = Acta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 2009. sv. LVII, č. 2, s. 25–35. ISSN 1211-8516.
4. HÝBLEROVÁ, K. – FILIP, J. a kol. Hodnocení nárůstu biomasy topolů po dvouleté aplikaci čistírenských kalů. In CERKAL, R. – RYANT, P. – FRYŠČÁKOVÁ, E. – STŘEDA, T. *Mende/Net'04 Agro*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, ISBN 80-7157-813-4.
5. HEJDUK, S. – FAJMAN, M. *Využití topolů a jiných rychle rostoucích dřevin pro energetické účely*. In: HRABĚ, F. – KOLEKTIV AUTORŮ, -. *Trávníkářská ročenka 2007*. 1. vyd. Olomouc: ing. Petr Baštan – vydavatelství, 2007. s. 122–126. ISBN 978-80-87091-00-5.
6. KRAVKA, M. a kol. *Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd: metody vhodné pro malé a střední provozu*. 1. vyd. Grada, 2012. 102 s. ISBN 978-80-247-3925-0.
7. Poplars and willows: trees for society and the environment. ISBN 978-1-78064-108-9. URL: <http://dx.doi.org/10.1079/9781780641089.0000>.
8. elektronické informační zdroje
9. odborná periodika a sborníky z vědeckých konferencí

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2019

L. S.

Aneta Smílková
Autorka práce

doc. Ing. Martin Fajman, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Čupera, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci „Vybrané ekonomické aspekty pěstování rychle rostoucích dřevin“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování závěrečných prací. Prohlašuji, že tištěná podoba závěrečné práce a elektronická podoba závěrečné práce zveřejněná v aplikaci Závěrečné práce v Univerzitním informačním systému je identická.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, doc. Ing. Martinu Fajmanovi, Ph.D., za cenné rady, konzultace, vstřícný přístup a odborné vedení při zpracování této práce.

Dále bych chtěla poděkovat panu Bc. Jiřímu Kalovi, majiteli plantáže rychle rostoucích dřevin, za ochotu, poskytnutí informací a umožnění přístupu na plantáž.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou pěstování rychle rostoucích dřevin. V úvodu práce jsou popsány vhodné dřeviny a možné způsoby pěstování. Následně je práce zaměřena na výmladkové plantáže. Popisuje všechny agrotechnické zásahy od založení až po likvidaci a využití sklizené dřevní hmoty. Také obsahuje nastínění energetických parametrů, produkčních parametrů a výnosového potenciálu. Dále je práce orientována na ekonomiku pěstování, uvádí tedy náklady na agrotechnické zásahy v průběhu existence plantáže. V závěrečné části se nachází modelový příklad výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin a z ekonomického hlediska jsou porovnány možné způsoby sklizně.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, výmladková plantáž, ekonomika pěstování

ABSTRACT

My bachelor thesis deals with the issue of growing fast-growing trees. At the beginning of the work there are suitable trees and possible ways of their cultivation. The work continues by focusing on sprouts plantation. All agrotechnical interventions are described here, from foundation to disposal, and the use of harvested wood. The work also outlines energy parameters, production parameters and yield potential. The work is focused especially on the economics of cultivation with the indication of the costs of individual agrotechnical interventions during the existence of the plantation. In the final part of my bachelor thesis I presented a model example for sprouts plantations of fast-growing trees. From an economic point of view, possible ways of harvest are compared.

Keywords: fast-growing trees, sprouts plantation, economics of cultivation

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Rychle rostoucí dřeviny	11
3.1.1	Topoly	11
3.1.2	Vrby.....	12
3.2	Způsoby pěstování RRD.....	12
3.2.1	Reprodukční plantáž.....	12
3.2.2	Výmladková plantáž.....	13
3.2.3	Lesnická lignikultura a silvikultura.....	13
3.3	Zakládání výmladkové plantáže	14
3.3.1	Výběr lokality	15
3.3.2	Příprava půdy	15
3.3.3	Výsadba	16
3.3.3.1	Termín výsadby	18
3.3.3.2	Způsob výsadby.....	18
3.3.4	Izolační a rozčleňovací pásy	19
3.4	Údržba plantáže.....	19
3.4.1	Ochrana proti plevelům	19
3.4.2	Výživa a hnojení	20
3.4.3	Ochrana proti škodám způsobeným zvěří	20
3.4.4	Škůdci a choroby.....	21
3.5	Sklizeň dendromasy	21
3.5.1	Požezání a snopkování.....	22
3.5.2	Požezání a štěpkování.....	22
3.6	Využití dendromasy	22
3.6.1	Polínka.....	22
3.6.2	Dřevní štěpka	23
3.6.3	Pelety, brikety	23
3.7	Likvidace plantáže	23

3.8	Produkční parametry	24
3.8.1	Výška.....	24
3.8.2	Tloušťka.....	24
3.9	Energetické parametry.....	25
3.10	Výnosový potenciál.....	27
3.11	Dotace.....	29
3.11.1	SAPS	30
3.11.2	PVP	30
3.12	Náklady na agrotechnické zásahy	30
4	MODELOVÝ PŘÍKLAD	32
4.1	Sklizení na štěpku	33
4.2	Sklizení na polínka	34
5	ZÁVĚR.....	37
6	LITERATURA	38
7	SEZNAM TABULEK.....	43

1 ÚVOD

Je obecně známo, že na naší planetě dochází ke stálému růstu populace. S tímto faktem je úzce spjato to, že společnost se začíná stále více potýkat s environmentálními problémy, které z této situace vyplývají. Vzhledem ke zvyšování požadavků na kvalitu života roste i zátěž životního prostředí, a to zvýšenou produkcí oxidu uhličitého, který se podílí na tvorbě tzv. skleníkového efektu. Děje se tak v důsledku užívání neobnovitelných zdrojů energie, zejména fosilních paliv (ropa, uhlí a zemní plyn). Tato paliva se pod povrchem země vytvářela několik tisíc až stovek tisíc let a vlivem nadměrné těžby a spotřeby se nestíhají obnovovat. Je tak velice pravděpodobné, že jednou dojde k vyčerpání jejich zásob, proto je důležité začít se včas orientovat na získávání energie z obnovitelných zdrojů.

K obnovitelným zdrojům se řadí hlavně energie sluneční, vodní, větrná a v neposlední řadě také energie získaná z biomasy. Jako biomasa je z hlediska energetiky označována především rostlinná hmota, kterou lze využít k energetickým účelům. Zdrojem této biomasy mohou být energetické byliny (čirok, světlice barvířská, konopí seté aj.), zemědělské plodiny (řepka olejka, obilniny, brambory aj.), či rychle rostoucí dřeviny (nejčastěji topoly a vrby). Kromě populární výroby biopaliv lze energetické plodiny využít také k zisku tepelné a elektrické energie.

Již v dávné minulosti si lidé uměli obstarat tepelnou energii pomocí spalování dřeva. Ačkoliv jsme dokázali udělat ve způsobu zisku energie až neuvěřitelný pokrok, nyní nastává doba, kdy bychom se měli vrátit k praktikám našich předků. Jednou z perspektivních možností, jak zajistit přísun biomasy (dendromasy), je tedy pěstování rychle rostoucích dřevin (dále jen RRD) – konkrétně formou výmladkových plantáží topolů a vrb. Ty produkují velké množství dendromasy během velmi krátkého období (v porovnání s ostatními způsoby pěstování).

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je popsat pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin – uvést vhodné dřeviny, pěstební technologie a také využití dendromasy. Dále zmínit důležité produkční a energetické parametry, zaměřit se na ekonomiku pěstování těchto plantáží a provést vyhodnocení modelového příkladu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Rychle rostoucí dřeviny

Dřeviny označené jako RRD jsou podle Wegera (2009) takové, jejichž výškový a objemový přírůst je výrazně vyšší než u většiny lesních dřevin mírného pásma. Díky tomu se pěstují a sklízí jako energetické plodiny pro výrobu obnovitelné energie.

Tyto dřeviny poskytují ve stejném časovém období 2–4 násobnou produkci suché dřevní hmoty oproti běžným dřevinám (Hejduk a Fajman, 2007).

Celjak, Boháč a Kohout (2007) zmiňují, že se rychle rostoucí dřeviny vyznačují velkou variabilitou – křížením vytvářejí nejrůznější poddruhy, odrůdy a kultivary. Weger a Havlíčková (2002) rozdělují dřeviny pro produkční plantáže v ČR na tyto skupiny: ověřené (topoly, vrby), ověřované (pajasan, jilmy) a perspektivní (růže, zejm. trnité, olše, lípy, lísky, jeřáby).

Dále se budu věnovat pouze skupině ověřených dřevin (tj. topoly a vrby), které jsou v ČR nejrozšířenější.

3.1.1 Topoly

Rod topoly (*Populus*) patří do čeledi vrbovitě (*Salicaceae*). Je to nejpěstovanější rod z rychle rostoucích dřevin v České republice. Jsou to opadavé dvoudomé dřeviny s listy střídavými, jednoduchými, celistvými nebo členěnými a dlouze řapíkatými. Květy jsou jednopohlavné a květenství se nazývá jehnědy. Plody jsou 2–4 chlopnové tobolky s drobnými semeny (Horáček, 2007).

Domovem topolů je většinou mírný pás na severní polokouli, na jih zasahují až po Himaláj. Celkem zde roste asi 35–40 druhů. Pěstované druhy i jejich kříženci pocházejí ze tří hlavních oblastí výskytu, a to Evropy, Severní Ameriky a východní Asie. Ve volné krajině převažují kulturně šířené klony a hybridy (Heike, 1978 cit. podle Kohouta a kol., 2010).

Základními domácími druhy topolu jsou topol černý (*Populus nigra*), topol bílý (*Populus alba*) a topol osika (*Populus tremula*). K cílenému pěstování je u nás vhodný především topol černý (RRD, 2019a). Avšak jak píše Kohout a kol. (2010),

k energetickým účelům jsou doporučováni kříženci topolů černých a balzámových (*Populus trichocarpa*) – z nichž nejpěstovanějšími jsou tzv. Japany J-105 (Max4), J-104 (Max5), které vznikly zkřížením euroasijského topolu černého a Maximovičova (*P. nigra* x *P. maximowiczii*).

3.1.2 Vrby

Rod vrby (*Salix*) patří do čeledi vrbovité (*Salicaceae*). Jsou to opadavé nebo vzácně stálezelené dvoudomé stromy, keře nebo keříčky. Listy má střídavé, výjimečně téměř vstřícné, řapíkaté nebo přisedlé. Květy jsou jednopohlavné, nejčastěji v postranních, přisedlých nebo stopkatých, vzprímených až ohnutých jehnědách. Plody jsou tobolky se 2–32 semeny (Horáček, 2007). Květenství vrb (jehnědy) je též známo pod názvem kočičky.

Vrby jsou na rozdíl od topolů zastoupeny téměř na všech světadílech, s výjimkou australsko-novozélandské oblasti a Antarktidy. Vyskytují se spíše v severním chladnějším a mírném pásu. Ve světě je popsáno asi 300–350 druhů vrb (Heike, 1978 cit. podle Kohouta a kol., 2010).

Jako nejrozšířenější druhy vrb u nás Kohout a kol. (2010) uvádí: Vrba košíkářská (*Salix viminalis*), Vrba bílá (*Salix alba*), Vrba jíva (*Salix caprea*) a jejich kříženci.

3.2 Způsoby pěstování RRD

3.2.1 Reprodukční plantáž

Matečnicový porost je zakládán za účelem produkce rozmnožovacího materiálu a praktikují se každoroční těžby. Při výsadbě je téměř výhradně používán jednořádkový spon: 0,2–0,5 m x 1,5–3 m (Weger, 2003). Stanturf a kol. (2002) uvádí, že nejzdravější řízky se odebírají ve 3–7 letech stáří plantáže, což je střední doba její životnosti a Weger a kol. (2006) potvrzuje, že maximální životnost reprodukční plantáže (neboli matečnicového porostu) je 10–15 let.

Po celou dobu životnosti plantáže je nezbytně nutná likvidace nežádoucí vegetace a, jak poukazují Moudrý a Stražil (1999), s tím související určení výšky hlav pařezů, na

kterých raší prýty. Pro vytvoření hlav je nutné výhony seříznout hned po prvním roce růstu. Autoři také popisují rozdělení hlav podle výšky: nízké hlavy (seříznuté 10 cm nad zemí) a vysoké hlavy (seříznuté 60–80 cm nad zemí), které se podstatně lépe ošetřují.

3.2.2 Výmladková plantáž

Výmladkové plantáže RRD jsou formou zemědělského hospodaření, které jsou, jak uvádí Weger (2009), založené na regenerační schopnosti některých klonů topolů a vrb. Tato schopnost umožňuje opakované sklizně bez potřeby založení nového porostu. Pěstují se pouze na zemědělské půdě zemědělskými agrotechnickými postupy, čímž se liší od lesnických lignikultur.

3.2.3 Lesnická lignikultura a silvikultura

Jak popisuje Weger (2011), jedná se o pěstování topolů a jejich kříženců za účelem zisku sortimentu především pro nábytkářský průmysl (dýha). Tento způsob pěstování umožňuje až dvojnásobně rychlejší sklizeň než např. u smrku ztepilého, který dosahuje maxima svého přírůstku v 40–65 letech.

Topolové lignikultury jsou vysazovány v cílovém sponu 6 x 6 m, v teplých klimatických oblastech až 8 x 8 m, a sázeny jsou dvou až tříleté odrostky euroamerického topolu (Weger a Havlíčková, 2007). Tito autoři také uvádějí možnost v prvních pěti až sedmi letech využít tzv. polaření – tedy možnost pěstovat mezi porostem zemědělské plodiny, při čemž nejvhodnější jsou zejména okopaniny. Od druhého roku po výsadbě sazenic se provádí vyvětvování kmene do výšky 6–8 (10) m (Kohout a kol., 2010). Čížek (2007) doplňuje, že je vhodné vyvětvování provádět tak dlouho, jak je to technicky možné, abychom vytvořili rovný a bezsuký kmen, což zajistí vysoký podíl ekonomicky nejcennější části stromu.

Silvikultury jsou, jak popisuje Kohout a kol. (2010), v ČR specifické hustým sponem výsadby (3 x 3 m až 5 x 5 m), který vyžaduje v období, kdy si stromy začnou konkurovat, provedení probírky (nejpozději po 7 letech).

Tabulka 1: Možnosti pěstování RRD (Weger a kol., 2012)

	Matečnice RRD (reprodukční porost)	Výmladková plantáž RRD (produkční porost)	Lesnická lignikultura nebo silvikultura
Obvyklé obmýtí	1 rok	3–6 let	15–20 let
Opakování sklizně	ano: 10 až 15x	ano: 4 až 7x ve stejném porostu	není možné
Zakládání na půdě	zemědělské (orná i TTP)	zemědělské (orná i TTP)	v ČR pouze na lesní
Sortiment dřevin pro výsadbu	topoly a vrby resp. jejich klony a odrůdy specifikované pokyny MZe, MŽP a předpisy ÚPOV		topoly dle seznamu uznaných klonů OLH MZe
Hustota výsadby	10 000–20 000 ks/ha	8 000–20 000 ks/ha	270–630 ks/ha
Cílový produkt	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka pro energetické a průmyslové využití	sortimenty pro dřevařské využití
Výnos za celou existenci porostu	100 až 500 tis. řízků/ha/rok	5–19 t/ha/rok (sušiny)	500–600 m ³ /ha/20– 25 let (5–11 t/ha/rok sušiny)

Tabulka 1 porovnává možné způsoby pěstování a rozdíly mezi jednotlivými způsoby. Nejatraktivněji a s vidinou praktického využití v běžném životě působí výmladková plantáž, kterou se dále podrobněji zabývám.

3.3 Zakládání výmladkové plantáže

V podmínkách mírného pásu se pro výmladkové plantáže používají výhradně vybrané klony či odrůdy vrb a topolů. Dále Weger a kol. (2012) zmiňují, že další druhy dřevin (např. olše, pajasan, akát, líska aj.) se u nás a v podobných klimatických podmínkách zatím do praxe neprosadily. Vzhledem k notně proměnlivým půdně klimatickým podmínkám České republiky není možno výsadně doporučit pouze některé klony/odrůdy topolů nebo vrb, jak je tomu v jiných zemích či regionech v Evropě.

3.3.1 Výběr lokality

Jako základní měřítko pro zhodnocení půdních vlastností se použijí údaje zjištěné z bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). Jsou sestaveny na základě podrobného vyhodnocení vlastností klimatu, genetických vlastností půd, půdotvorných substrátů, zrnitosti půdy, obsahu skeletu, hloubky půdy, sklonitosti a expozice (Klečka a kol., 1984 cit. podle Kohouta a kol., 2010). Vlastnosti každé BPEJ jsou vyjádřeny pětimístným kódem. První číslo kódu popisuje klimatický region (KR), druhé a třetí číslo charakterizuje hlavní půdní jednotku (HPJ), čtvrtá číslice je kombinací sklonitosti a orientace vzhledem ke světovým stranám a páté číslo je vyjádřením hloubky a skeletovitosti půdy (Sklenička, 2003).

Mottl a kol. (1980) popisují vrby jako velmi tolerantní dřevinu s omezením pouze v přístupu k vodě. Minimální je pro ni roční úhrn srážek 575–600 mm nebo musí být zavlažována. Špatně snáší trvale zamokřené plochy, ale občasné zaplavování jí nevadí. Podzemní voda nesmí klesnout pod hranici 150 cm, což vylučuje z pěstování lehké písčité půdy.

Topoly mají na rozdíl od vrb odlišné klimatické nároky. Jak konstatují Víglaský, Suchomel a Langová (2008), markantně lépe rostou v teplejších klimatických podmínkách a mají relativně nižší požadavky na vodu. Topoly mají vyšší sklon podléhat jarním mrazíkům, tím mohou na plantážích vzniknout značné škody. Hejduk a Fajman (2007) upozorňují na skutečnost, že topoly i vrby se řadí mezi světlomilné dřeviny, kterým nevyhovuje stálé zastínění. Také se jim příliš nedaří na půdách rašelinných, vysychavých a půdách chudých na živiny.

Dalším kritériem, na které je potřeba myslet, je svažítost a dobrá přístupnost kvůli agrotechnice.

3.3.2 Příprava půdy

Pro zajištění ideálních podmínek ke vzcházení a růstu řízků rychle rostoucích dřevin je potřeba začít obvykle rok před výsadbou, popisují i dále Celjak, Boháč a Kohout (2007). Provedením celoplošné přípravy půdy se zabezpečí optimalizace podmínek pro výsadbu a růst dřevin v prvních měsících. V prvním roce se jedná

především o zamezení růstu plevelu, který může zásadně ovlivnit budoucí výnos biomasy.

Weger (2003) upozorňuje, že na výrazně zaplevelených lokalitách je nutné začít s odplevelováním už 1,5 až 2 roky před výsadbou. Také dodává, že preferováno je opakované mechanické odplevelování před použitím chemických přípravků, a to z důvodů ochrany přírody a tvorby reziduí v půdě.

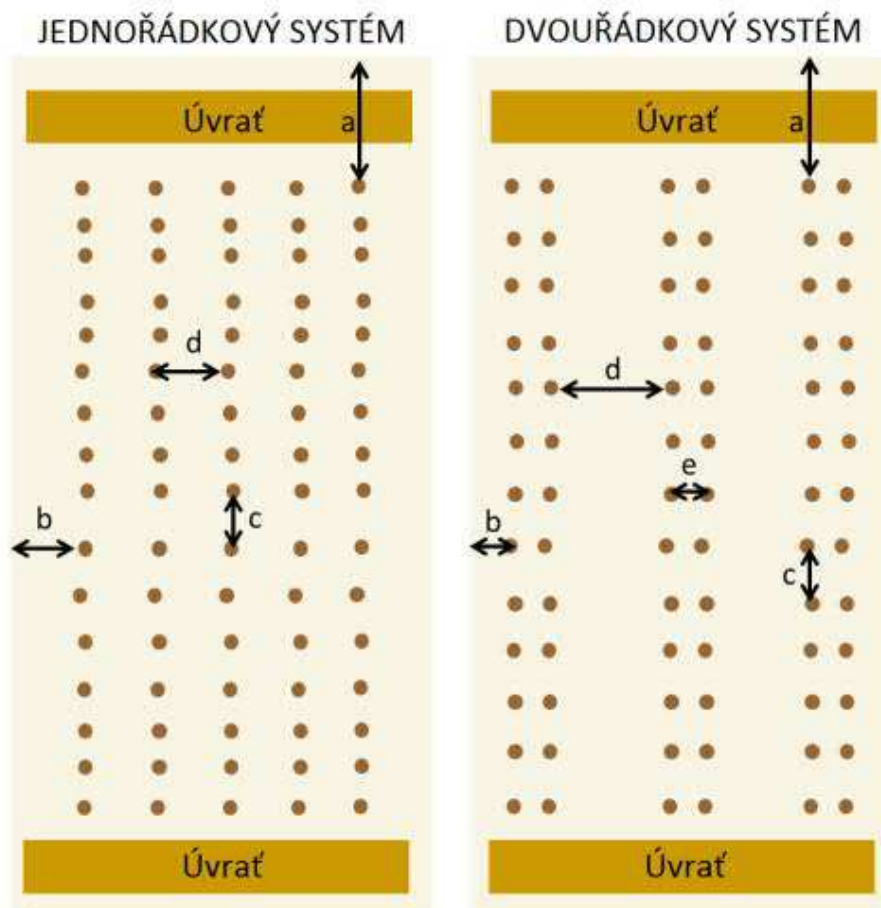
Podzimní orbu a přípravu dobře odplevelené půdy je dobré provést tak, aby na jaře již nebylo nutné pozemek orat, ale jen kultivátorovat, případně vyrovnat. Zejména v oblastech s častým výskytem jarních prísušek je tento postup velice důležitý. Jarní orbou totiž dojde k porušení přirozené kapilarity půdy, což může při výskytu prísušky způsobit silné proschnutí horních 15–20 cm půdy, do které se řízky sázejí. Hloubka orby závisí na stavu pozemku a půdních podmínkách. Na těžkých jílovitých půdách je vhodné provést hlubokou orbou (až do 70–80 cm), která vede ke zlepšení provzdušnění půdy na několik let dopředu (Weger a kol., 2012).

Na špatně odplevelených pozemcích a pozemcích s utuženou půdou Weger a kol. (2012) považují za nutnost provést i jarní orbou, která se provádí co nejdříve, aby se včas mohla obnovit půdní kapilarita. V opačném případě – tedy na dobře připravených pozemcích, stačí provést jen kultivaci a urovnání pozemku. Autoři také přibližují úpravu lučního porostu, což zahrnuje odebrání pásu travního porostu. Tento postup se provádí oddrňovacím lesním pluhem a je nutno dbát na to, aby byl odstraněn opravdu jen tenký povrchový drn. Hluboká brázda je nevhodná, protože půda ve větší hloubce obsahuje méně živin, a rašící prýty by tak byly oproti travám znevýhodněny.

3.3.3 Výsadba

V současnosti se výmladkové plantáže vysazují podle dvou schémat výsadby: do jednořádků a do dvouřádků (viz Obrázek 1). Jak uvádí Weger a kol. (2012) určení sponu závisí na mechanizaci, kterou bude prováděna výsadba a zejména odplevelování. Kvůli mechanizaci sklizení se začaly používat dvojřádky, protože u dobře odplevelené půdy zmenšují udržovanou plochu a šetří tím náklady na údržbu. Jednořádky jsou vhodnější na zaplevelených lokalitách, kde by odplevelování uvnitř dvojřádku bylo mnohem náročnější a muselo by probíhat ručně nebo polo-mechanizovaně.

Nejčastěji se sázejí osní řízky nařezané z jednoletých, případně dvouletých přírůstků v matečnicích RRD. Optimální délka řízky je 20–30 cm a průměr od 0,5 do 2,5 cm (Weger a Havlíčková, 2002).



Obrázek 1: Ukázka zjednodušeného návrhu jednořádkového a dvouřádkového systému výsadby (obrázek není v měřítku):
 a = délka úvratě (8 m);
 b = okraj plantáže, vzdálenost dřevin od okraje pole (2 m);
 c = vzdálenost mezi řízky v řádku (0,45–2 m);
 d = vzdálenost mezi řádky (2 m);
 e = vzdálenost jednotlivých řádků v dvouřádkovém systému (0,75 m).
 (Zdroj: Dimitriou a Rutz, 2015)

V případě jednořádkové výsadby a velikosti sponu 0,5 x 2 m by se na 1 ha půdy vysázelo 10 000 kusů řízků.

3.3.3.1 Termín výsadby

Nikl a kol. (2009) rozdělují výsadbu do následujících termínů:

Jarní termín

Tento způsob výsadby je prakticky nejvyužívanějším způsobem výsadby výmladkových plantáží v České republice. S ohledem na půdní podmínky a na průběh počasí před výsadbou je velmi problematické určit jednotný přesný termín výsadby. Optimální vlhkostní podmínky pro vzcházení má půda ihned po rozmrznutí – v tomto období je ideální provést výsadbu. V oblastech trpících jarními přísušky je důležité provést výsadbu co nejdříve na jaře (konec března), nebo později při zlepšení vlhkosti půdy. V ČR se termín vysazování řízků topolů a vrb pohybuje od poloviny března do konce dubna, při dobrých vláhových podmínkách až do začátku května.

Podzimní termín

Tento způsob výsadby se v ČR využívá prakticky pouze na malé zkušební plochy a termín pro výsadbu je říjen až listopad. Některé klony vrb mají oproti topolům srovnatelnou ujmavost jako u jarního termínu. Topoly však mají vysoké ztráty – a to až 40 %.

3.3.3.2 Způsob výsadby

Ruční způsob

Celjak, Boháč a Kohout (2007) popisují ruční (manuální) způsob výsadby, při kterém se řízky do připravené půdy zapichují rovně nebo mírně šikmo. Je důležité, aby byl řízek umístěn dostatečně hluboko, a to tak, aby na povrch vyčnívaly maximálně 3 cm. Velmi významným pracovním úkonem, který vede k dobrému zakořenění, je zhutnění půdy (tedy vytlačení vzduchu) v nejbližším okolí vysazeného řízku. V případě nebezpečí nadměrného utužení povrchu suchem, které hrozí na těžších jílovitých půdách, je lepší nechat řízky vyčnívat 3–5 cm nad povrch, současně by měl být vrcholový pupen na úrovni povrchu.

Tento způsob je velmi náročný na lidskou práci a podle Kohouta a kol. (2010) je vhodný pouze na menší plochy, maximálně do 5 ha výsadbové plochy.

Mechanizovaný způsob

V případě mechanizované výsadby je postup závislý na typu sázeče. Vždy je potřeba dodržet zásadu, aby řízky příliš netrčely z půdy (ne více než 3 cm) a půda

kolem nich byla dobře utužena, což bývá častým problémem. Proto je potřeba provádět průběžnou kontrolu stavu uložení řízku (Celjak, Boháč a Kohout, 2007).

Tento způsob výsadby je vhodný od větších ploch cca nad 5 ha. Je zde menší pracnost, ale musí se započítat náklady na mechanizaci (sázecí stroj, traktor, obsluha) (Weger a Havlíčková, 2007).

3.3.4 Izolační a rozčleňovací pásy

Na jednu z podmínek zakládání výmladkových plantáží u nás upozorňují Kohout a kol. (2010). Jedná se o vysazení izolačních, případně rozčleňovacích pásů okolo a u rozlehlých plantáží i uvnitř porostu. Jejich funkcí je přirozeně začlenit porosty do krajiny a také působit jako bariéra proti eventuálnímu šíření reprodukčních orgánů nepůvodních druhů či jiných nežádoucích elementů. Využít lze všechny domácí druhy dřevin. Bezvadným řešením je z hlediska výsadby i ekonomiky pěstování dřevina, kterou je možné vysadit řízky a která snáší obmýtí, abychom ji mohli vysadit i sklídit s produkční dřevinou.

Současně však Kohout a kol. (2010) dodává, že u většiny domácích druhů řízky vysadit nelze. Doporučuje tedy použít tzv. spontánní křížence nebo původní druhy topolů a vrb – což zahrnuje i některé produkční klony, které ale většinou mají nízkou produkci. Jejich využití přímo na produkční plantáž by tak nebylo ekonomicky výhodné.

3.4 Údržba plantáže

3.4.1 Ochrana proti plevelům

Celjak, Boháč a Kohout (2007) zdůrazňují potřebu plevel omezovat co nejdříve po výsadbě. Zásahy v řadě stromů je nutné provádět ručně, aby nebyly poškozeny rašící výhony, a v meziřadí je možno využít kultivátor. Předpokládaná četnost ošetřovacích zásahů je 4–6x v prvním roce, 3–5x ve druhém a 2x ve třetím roce. Výskyt plevelů se, po dosažení výšky stromů nad 2,5 metru, rapidně sníží. Vlivem olistění totiž dochází k uzavření prostoru v meziřadí.

Jak píše Weger a Havlíčková (2002), použití chemických přípravků proti plevelům (např. Roundup) bývá jen výjimečné. Vzhledem k tomu, že topoly a vrby jsou na něj citlivější než běžné plevele, byla by aplikace ve vegetaci velice složitá.

3.4.2 Výživa a hnojení

Hnojit průmyslovými hnojivy je doporučováno jen na mimořádně chudých stanovištích. Většina orných půd je, pro pěstování dřevin, živinami zásobena dostatečně (Weger, 2000).

Na základě praktických zkušeností Weger (2003) konstatuje, že na hnojení dusíkem na chudých stanovištích topoly reagují zlepšením růstu a produkce. Na živinami dobře zásobených lokalitách má hnojení většinou vliv pouze na rychlejší nástup maximální produkce. Celkový výnos za existence plantáže však obvykle neovlivní. Dále uvádí, že možné je i rozvážené použití organických hnojiv.

Ke hnojení topolových a vrbových porostů je možné použít i závlahu odpadními vodami. Při závlaze je využita jak hodnota vodní, tak i hodnota hnojivá, a dochází i ke kvalitnímu vyčištění odpadních vod. Aplikovat lze vody městské, průmyslové (potravinářský průmysl) a zemědělské (kejda a tekuté vyhnílé čistírenské kaly). Před použitím musí být odpadní vody podrobeny mechanickému a mechanicko-biologickému čištění (Tlapák, Šálek a Legát, 1992).

3.4.3 Ochrana proti škodám způsobeným zvěří

Na nově založených plantážích RRD se může objevit rozsáhlé poškození způsobené zajíci, srnci nebo hlodavci. Kvůli vysokým pořizovacím nákladům je však oplocení zvažováno pouze v oblastech s vysokým rizikem takovýchto škod. Oplocení by mělo být dočasné pouze během prvních let, kdy jsou RRD více náchylné (Caslin, Finnan a McCracken, 2012).

V lokalitách se zvýšeným výskytem zvěře je vhodnější sázet pouze topoly, na nichž jsou škody relativně malé. Mladý porost vrb je bez oplocení opakovaně poškozován, protože je pro zvěř velmi přitažlivou pastvou (Čížek, 2007).

3.4.4 Škůdci a choroby

Z hlediska ochrany před nežádoucími škůdci je důležitá prevence proti působení houbových chorob a také předcházení akutnímu napadení listožravými škůdci, kteří způsobí defoliaci stromů, a tím výrazně snižují produkci dřeva. Výskyt těchto škůdců a chorob bývá lokální, závislý na místních klimatických podmínkách, a v případě včasného podchycení má likvidace velice dobré výsledky. Důležitou zásadou je udržování dobré porostní hygieny, to znamená včas likvidovat plevele, napadené rostliny a jejich částí (RRD, 2019b).

Listy topolů napadají rzi, nejčastěji z rodů *Melampsora* a *Marssonina*, a také hmyzí škůdce mandelinka topolová (*Chrysomela populi*). Ve dřevě se může objevit kozlíček topolový (*Saperda carcharias*) nebo krytonosec olšový (*Cryptorhynchus lapathi*). Nejzávažnější chorobou je dotichíza způsobená houbou *Cryptodiaporthe populea*, která může napadat letorosty i mladé kmeny (Čížková a Čížek, 2004).

3.5 Sklizeň dendromasy

Výmladkové plantáže se sklízají v tzv. velmi krátkém obmýtí, a jak popisují Weger a Havlíčková (2002), to se v podmínkách ČR pohybuje mezi 3–6 roky. Celková doba životnosti plantáže je 15–25 let, z čehož vyplývá, že sklizeň proběhne 4–5 krát. Při sklizni v kratších obmýtích se sníží celkový výnos za dobu existence plantáže a také mnohem dříve dojde k poklesu produkce (do 10 let). 3–4letý cyklus je u nás minimum, které by z uvedených důvodů nemělo být snižováno. Naopak je možné na některých lokalitách uvažovat o variantě prodloužení cyklu. Pro pěstitele je zajímavá relativní volnost při rozhodování o sklizni. Pokud pro něj situace na trhu (poptávka) není jeden rok výhodná, může se sklizní počkat.

Pro sklizeň rychle rostoucích dřevin jsou nejvhodnějším obdobím zimní měsíce (prosinec až březen), kdy je v pletivech nejnižší obsah vody a je možné využít volných pracovních sil a strojů. Ideální je sklízet v době, když je půda zamrzlá, jelikož je usnadněn přístup a pohyb mechanizace (Weger, 2000).

3.5.1 Pořezání a snopkování

Jde o podřezání prýtů v dané výšce a následně jejich spojení do snopků. Weger a Havlíčková (2002) upřesňují, že snopky se buď nechají na plantáži, nebo se hned odvázejí na místo finálního zpracování. Užívá se k tomu jednoduché přídavné zařízení na traktor nebo specializovaný sklízecí stroj. Štěpkovány jsou snopky až po řádném vyschnutí na vzduchu. Délka schnutí se pohybuje v rozmezí 1–2 měsíce až 1/2 roku. Poté je již štěpka dostatečně suchá (20–30 % vody) a tudíž energeticky velmi vydatná. Ačkoliv je tento způsob náročnější na manipulaci, užívají se univerzální stroje, což je velkou výhodou.

3.5.2 Pořezání a štěpkování

Tento způsob využívá samojízdné nebo tažené sklízecí stroje, které dřevní štěpku vytvoří okamžitě a přímo na poli. Takto vyrobená štěpka má sice vyšší vlhkost, ale snadněji se dopravuje (Weger a Havlíčková, 2002).

Šinkora (2008) upozorňuje, že v případě sklizně sklízecí rezačkou je nutno využít tříleté obmýtí. Pro sklizeň staršího porostu je vzhledem k tloušťce kmene doporučováno použití jiné mechanizace.

3.6 Využití dendromasy

Dendromasa z výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin se využívá k energetickým účelům. Zpracovává se na polínka, dřevní štěpku, k výrobě pelet či briket.

3.6.1 Polínka

Někteří malopěstitelé pěstují rychle rostoucí dřeviny k produkci palivového dříví (především pro potřebu vytápění rodinných domů). V tomto případě se využívá delšího obmýtí (5–7 let) a ke sklizni stačí ruční motorová řetězová pila. Pokácené kusy si pěstitel poté nařeže, případně naštípe, na požadovanou velikost a po proschnutí polínka může použít.

3.6.2 Dřevní štěpka

„Dřevní (lesní) štěpka je strojně nakrácená a nadrcená dřevní hmota na částice dlouhé od 3 do 250 mm. Je získávána z odpadů lesní těžby a průmyslového zpracování dřeva nebo rychle rostoucích dřevin. Jedná se o velmi levné biopalivo určené pro vytápění větších budov“ (Stupavský a Holý, 2010).

3.6.3 Pelety, brikety

„Peleta je palivo rostlinného původu s řadou příznivých vlastností a parametrů. Jde o granule s průměrem od 6 do 20 mm, které se vyrábí zhruba do délky 40 mm. Podoba granulí je dosažena vysokotlakým lisováním dřevního odpadu za teploty, při které lignin plastifikuje a přejímá funkci pojiva udržující pelety v příslušném tvaru. Dále lignin chrání pelety proti přijímání vlhkosti při jejich uskladnění“ (Pejzl, 2008).

Brikety jsou také lisované rostlinné produkty, jsou však větších rozměrů než pelety.

3.7 Likvidace plantáže

Weger a kol. (2012) uvádějí zlomový bod ve věku 15–25 let, kdy je vhodné přikročit ke zrušení plantáže, protože výnos produkční plantáže začne klesat pod úroveň ekonomické rentability. Jak autoři zmiňují, stav půdy po pěstování plantáže RRD závisí na několika faktorech. Hlavním faktorem je úrodnost půdy a s tím spojený případný způsob a rozsah hnojení plantáže. Z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu je navrácení stanoviště původnímu použití (orná půda, pastvina, louka) důležitou součástí celého procesu a podléhá kontrole MŽP.

Z předchozí věty Weger a kol. (2012) vyvozují povinnost majitele zajistit po poslední sklizni odstranění pařezků a částí kořenového systému speciálními frézami. Dále pak rotavátorem nebo hlubokou orbou vyorání zbytků kořenů. Po odstranění zbylé biomasy doporučují udělat půdní rozbor a dle výsledků pokračovat v nakládání s pozemkem. Pokud je stav půdy po zrušení plantáže dobrý nebo dokonce lepší (humus, fyzikální vlastnosti), než tomu bylo před jejím založením, je možno plochu na jaře

zнову osít libovolnou plodinou. Je-li živinová rovnováha půdy narušena, je vhodné půdu dohnojit nebo ji biologicky meliorovat, např. vojtěškou nebo jetelo-travní směsí.

3.8 Produkční parametry

Růst dřevin je podmíněn vzájemným působením vnitřních i vnějších příčin. Jsou to například vztahy mezi kořenovým systémem a nadzemními částmi stromů, světlem, teplem, vodou apod. (Vyskot a kol., 1971).

3.8.1 Výška

Jak Vyskot a kol. (1971) popisují, během každého vegetačního období strom vytváří nový výhon a to ve směru hlavní osy, popřípadě ve směrech dalšího větvení. Strom tedy každoročně zvětšuje svou výšku o délku nového výhonu. Délku tohoto výhonu nazýváme výškovým ročním přírůstkem. Po ukončení ročního růstu výhony již dále svou délku nemění, takže roční přírůstky do výšky lze zjišťovat i zpětně. Výškový růst začíná na jaře (duben, květen) a končí v létě (červenec, srpen). Dřeviny v určitém věku dosahují maxima svého výškového růstu, který se pak zpomalí, až zastaví.

Měření výšky

Výška se měří od paty stromu ke konci terminálního výhonu kmene. V mladých porostech lze při měření užít lať nebo měřicí tyč (Vyskot a kol., 1971). Vyšší stromy se měří pomocí výškoměru s použitím optické, elektronické, laserové či ultrazvukové techniky (MeziStromy.cz, 2019).

3.8.2 Tloušťka

Jde o sekundární růst činností kambia a felogenu. Strom zvětšuje svou tloušťku tvorbou nové hmoty, a tím každoročně vzniká nová vrstva dřeva, která přesahuje předchozí vrstvu. Tyto roční vrstvy se na příčném řezu kmenu projevují jako letokruhy. Jsou-li letokruhy znatelné, umožňuje to nejen zjišťování věku stromů a určování šířky jednotlivých ročních přírůstků, ale i zpětné rozbory průběhu přírůstku za určité období. Velmi zřetelně lze na šírce letokruhů poznat nedostatek výživy v určitých letech, způsobený např. nedostatkem srážek, zamokřením kořenů apod. Tloušťkový přírůst

začíná asi v polovině května a končí v září. Ve vegetačním období tedy probíhá o trochu déle než přírůst výškový (Vyskot a kol., 1971).

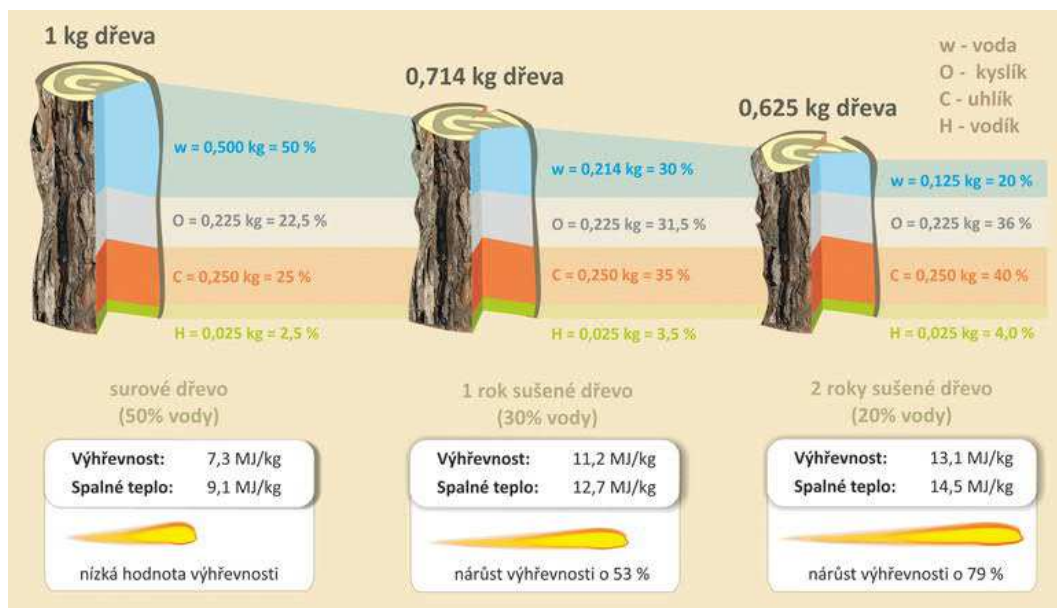
Měření tloušťky

Tloušťka kmene se měří v tzv. prsní výšce, tedy 1,3 metru nad zemí, což je celosvětově přijatý standard. K jejímu měření jsou používány běžné optické a elektronické průměrky nebo obvodová pásma (MeziStromy.cz, 2019).

3.9 Energetické parametry

Noskievič a Pilch (2008) popisují složení tuhých paliv jako směs tří základních složek: hořlaviny, popeloviny a vody. Hořlavina je nositelem energie a je proto nejvýznamnější složkou paliva. Jde o organickou hmotu s vysokým obsahem kyslíku a obsahuje také všechny spalitelné složky. Popelovinu tvoří anorganické látky, které se při růstu biomasy dostaly do dřeva z půdy. Voda je přirozeně a nezbytně obsažena, tak jako v každé organické hmotě.

Co se týče fyzikálních vlastností, tak mezi nejdůležitější se řadí spalné teplo a výhřevnost, která je stanovena výpočtem na základě určeného spalného tepla a zjištěného obsahu vody, uvádí se v kJ/kg nebo MJ/kg (viz Tabulka 2). Spalné teplo se mezi druhy dřevin liší a pohybuje se v rozsahu 14,7 až 21,1 MJ/kg. Rozdíl je dán zejména poměrem ligninu, jehož výhřevnost je 25,5 MJ/kg, a celulózy, která má výhřevnost 18,8 MJ/kg. Vliv na výhřevnost má také obsah pryskyřic a především, jak již bylo řečeno, obsah vody. Se stoupajícím objemem vody v dřevní hmotě klesá její výhřevnost, protože stoupá množství tepla potřebného k odpaření obsažené vody. Čerstvě pokácené a nařezané dřevo obsahuje podle druhu, polohy a stáří stromu mezi 50 a 100 % vlhkosti (Celjak a Boháč, 2008). Obecně je doporučováno (v rámci efektivnosti spalování) nechat dřevo před spalováním alespoň dva roky proschnout (optimálně by mělo mít obsah vody pod 20 %). Průběh změn vlastností dřeva při vysoušení je znázorněn na obrázku 2.



Obrázek 2: Vysušování dřeva a průběh snižování vlhkosti (Zdroj: Horák a kol., 2012)

Tabulka 2: Výhřevnost čisté dřevní hmoty japonského topolu v závislosti na obsahu vody (Celjak a Boháč, 2008)

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

3.10 Výnosový potenciál

Výnosový potenciál sušiny u rychle rostoucích dřevin nemůže být předem stanoven nikdy zcela přesně. Protože při zakládání plantáží, jejich růstu a sklizni existuje mnoho proměnlivých faktorů, vždy se bude jednat pouze o údaje teoretické. Z faktorů, které lze ovlivnit, jde především o výběr lokality a podporu růstu stromů včasnými a promyšlenými agrotechnickými zásahy. Na tvorbu biomasy dále působí průběh počasí, který však ovlivnit nelze (Kohout a kol., 2010).

Výnosový potenciál je také samozřejmě ovlivněn výběrem dřeviny a odrůdy/klonu, který je úzce spjatý s výběrem lokality. Tabulky 3 a 4 znázorňují výnosy a roční přírůstky sušiny u nás nejpěstovanějších dřevin a Šinkora (2008) udává, že hodnoty jsou průměrem výnosu pěti nejlepších odrůd topolů a vrb – což je důležitá informace, protože reálné hodnoty u nás nejrozšířenějších odrůd bývají nižší.

Tabulka 3: Výnos a roční přírůstek sušiny – topol (Šinkora, 2008)

	tříletý cyklus (t _{suš./ha})	šestiletý cyklus (t _{suš./ha})
celkem	187	254
roční přírůstek	15,6	21,2

Tabulka 4: Výnos a roční přírůstek sušiny – vrba (Šinkora, 2008)

	tříletý cyklus (t _{suš./ha})	šestiletý cyklus (t _{suš./ha})
celkem	121	107
roční přírůstek	10,1	8,9

I přes silně optimistické hodnoty lze z dat vyčíst jisté vypovídající informace. U topolů je z hlediska průměrného ročního přírůstku sušiny výhodnější volit šestileté obmýetí a u vrb je průměrný roční přírůstek vyšší po obmýetí tříletém. Všeobecně se výsledky v pěstování topolů jeví jako výrazně lepší než u vrb.

K porovnání již výše uvedeného slouží tabulka 5, ve které jsou průměrné roční přírůstky v závislosti na klonu/odručce a stanovišti.

Tabulka 5: Vliv stanoviště na výnos RRD (Šimková, 2016)

stanoviště klony/odrůdy	příznivá stanoviště (t_{suš.}/ha/rok)	nepříznivá stanoviště (t_{suš.}/ha/rok)
nejlepší	13,7–14,9	2,9–5,3
průměrné	6,9–9,2	2,5–4,4
podprůměrné	5,5–8,1	0,7–3,6

Vliv agrotechnických zásahů na výnos můžeme sledovat v následujících tabulkách 6 a 7, které srovnávají dva porosty topolových plantáží, z nichž jeden byl po výsadbě ošetřován a druhý ošetřován nebyl – tedy neměl vhodné podmínky pro správný růst. Rozdíly jsou patrné.

Tabulka 6: Základní fyzikální hodnoty rychle rostoucích topolů na pozemku ošetřovaném (Čakov II, BPEJ 52901) (Kohout a kol., 2010)

Doba od založení	Průměrná hodnota délky stromu (cm)	Průměrná hodnota průměru kmene na pařezu (cm)
1. rok	118,22	1,04
2. rok	183,28	1,23
3. rok	381,42	4,28

Tabulka 7: Základní fyzikální hodnoty rychle rostoucích topolů na pozemku neošetřovaném (Čakov II, BPEJ 52901) (Kohout a kol., 2010)

Doba od založení	Průměrná hodnota délky stromu (cm)	Průměrná hodnota průměru kmene na pařezu (cm)
1. rok	56,32	0,41
2. rok	118,21	0,64
3. rok	172,34	1,20

Celjak a Boháč (2008) uvádějí, že přibližný výnos dřevní hmoty v čerstvém stavu se dá odhadnout podle průměrné hodnoty hmotnosti stromů (Tabulka 8). Je potřeba znát pouze způsob výsadby (spon), podle kterého se mění počet stromů na ploše (P_f).

$$P_f = 10\,000 / (b \times l) \text{ [ks]} \quad (1)$$

kde: b = vzdálenost řad od sebe (m); l = vzdálenost stromů v řadách (m)

Tabulka 8: Průměrné hodnoty hmotnosti stromů v závislosti na době pěstování (Celjak a Boháč, 2008)

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

3.11 Dotace

Podle informací dostupných na stránkách eAGRI (2019) vznikla možnost čerpání dotací na rychle rostoucí dřeviny v roce 2000. V platnosti bylo od té doby několik dotačních systémů. Například v letech 2004–2006 bylo možné získat na založení produkčního porostu rychle rostoucích dřevin až 60 000 Kč/ha. Pro období 2014–2020 vstoupil v platnost nový Plán rozvoje venkova, který však přímý dotační titul na pěstování rychle rostoucích dřevin neobsahuje. V současnosti tedy lze využít pouze dotačních titulů „Jednotná platba na plochu“ (SAPS) a „Přechodné vnitrostátní podpory“ (PVP). Pro získání dotací musí být půda registrovaná ve veřejném registru půdy (LPIS).

3.11.1 SAPS

„Záměrem dotačního titulu je podpora zemědělců, kteří obhospodařují minimálně 1 hektar zemědělské půdy s kulturou: standardní orná půda, úhor, travní porost, trvalý travní porost, vinice, chmelnice, sad, školka, rychle rostoucí dřeviny, jiná trvalá kultura, zalesněná půda nebo s jinou kulturou oprávněnou pro dotace“ (SZIF, 2013).

V roce 2018 tato částka činila 3 388,15 Kč/ha (SZIF, 2018).

3.11.2 PVP

„Přechodné vnitrostátní podpory jsou doplňkové platby poskytované k Jednotné platbě na plochu (SAPS), které jsou plně hrazeny z rozpočtu České republiky. V rámci tohoto dotačního titulu lze požádat o platbu na zemědělskou půdu, chov krav bez tržní produkce mléka, chov ovcí či koz, dále o historické platby (stav k 31. 3. 2007): na chmel, brambory pro výrobu škrobu a na přežvýkavce“ (SZIF, 2013).

V roce 2018 byla částka na zemědělskou půdu ve výši 141,58 Kč/ha (SZIF, 2018).

3.12 Náklady na agrotechnické zásahy

V tabulce 9 jsou uvedeny normativní náklady na standardní pěstební technologie pěstování RRD. Uvažuji, že stanoviště je pro pěstování vhodné a není tedy potřeba extrémně odplevelovat, vápnit, aplikovat hnojiva a stavět oplocení. Také nejsou zohledněny režijní náklady.

Tabulka 9: Sumární ukazatele nákladů při realizaci plantáže RRD (normativní údaje dle Kavka a kol., 2003)

Operace	Technické zajištění	Variabilní náklady (Kč/ha)			
		Práce	ZM bez PH	Stroje vč. PH a PM	Celkem
Sečení plevelů	mulčovač nebo žací stroj	44	0	185	229
Podmítka	talířový podmítač nebo radličkový kypřič	21	0	243	264
Orba s urovnáním	pluh, smyk, ozubený válec	50	0	523	573
Vláčení a válení	kombinovaný kultivátor	25	0	382	407
Sadba	ručně	4 860	37 500	580	42 940
Likvidace plevelů	ruční nářadí pro pleť	1 101	0	400	1 501
Ochrana proti škůdcům	postřikovač, cisterna na vodu	30	250	95	375
Kácení, svoz a manipulace	ruční motorová pila	4 455	0	890	5 345
Odvoz pokácených dřevin ke skladu	traktorová dopravní souprava, nakladač	200	0	257	457
Celkem					52 091

ZM = základní materiál; PH = pohonné hmoty; PM = pomocný materiál

4 MODELOVÝ PŘÍKLAD

V této části budu pracovat s daty, jež se vztahují k výmladkové plantáži v obci Těchov, okres Blansko. Jde o pozemek o výměře asi 3 700 m² s kódem BPEJ 5.32.04. a je charakterizován v tabulce 10.

Tabulka 10: Charakteristika pozemku dle BPEJ (eKatalog BPEJ, 2019)

ukazatel	charakteristika
klimatický region (5)	mírně teplý, mírně vlhký (MT2) průměrná roční teplota 7–8 °C průměrný úhrn srážek 550–650 mm pravděpodobnost suchých vegetačních období 15–30 % vláhová jistota ve vegetačním období 4–10
hlavní půdní jednotka (32)	půdní typ kambizemě vysoká rychlost infiltrace vody nízká retenční a využitelná vodní kapacita bez náchylností k zamokření / vysychání bez ohrožení utužení a větrné eroze vysoká ohroženost acidifikací
sklonitost a expozice (0)	úplná rovina / rovina se všesměrnou expozicí
skeletovitost a hloubka půdy (4)	středně skeletovitá (obsah skeletu 25–50 %) hluboká / středně hluboká (od 30 cm)
bodová výnosnost	29 – velmi málo produkční

Pozemek před založením plantáže ležel ladem, a protože z části zasahuje do území CHKO Moravský kras, musel si majitel k pěstování obstarat povolení. Vlastník není zemědělec a do pěstování RRD se pustil se záměrem samozásobení topivem rodinného domu. Společně s rodinou pečuje o plantáž vlastními silami.

Příprava pozemku v podobě provedení hluboké orby s urovnáním byla provedena místním ZD až v roce výsadby – tedy na jaře 2017. Ruční jednořádková výsadba klonu topolu J-105 proběhla 1. 4. 2017 a odbornou firmou bylo vysazeno 3 068 kusů řízků ve sponu 2,1 x 0,5 m. Vzhledem k hojnému výskytu zvěře byla po výsadbě majitelem postavena oplocenka. Do těchto úkonů bylo investováno přibližně 22 000 Kč.

V prvním roce bylo aplikováno chemické ošetření porostu, které působilo asi měsíc. Poté byl porost mechanicky ošetřován vertikutováním plečkou nasazenou na podvozku motoru od Terra Vari, ručním odplevelováním mezi řízky a sekáním trávy

mezi plantáží a oplocenkou. Náklady na ošetřování v prvním roce tak činily řádově 3 000 Kč.

V druhém roce již stačilo pouze sekat trávu v meziřadí a kolem oplocenky, což stálo přibližně 1 000 Kč.

V prvním i druhém roce také probíhal intenzivní sběr mandelinky topolové, při čemž vznikly pouze oportunitní náklady, které však majitel nezohledňuje.

Vzdálenost mezi oplocenkou a plantáží je cca 3 m, osázená plocha je tedy velká přibližně 3 220 m² a ujmavost se pohybuje kolem 96 % (vzešlo 2 940 kusů). Při měření, které proběhlo začátkem března 2019, byly zjištěny průměrné hodnoty: výška 278,86 cm a průměr kmene (ve výšce 1,3 metru) 1,66 cm. Naměřené údaje lze porovnat s tabulkou 6 v kapitole „Výnosový potenciál“, neboť pozemky mají podobné číslo BPEJ. Vzhledem k tomu, že měření bylo provedeno před zahájením vegetační aktivity porostu, porovnávám hodnoty z druhého roku od založení. Modelový porost je téměř o 1 metr vyšší a v průměru kmene o necelých 0,5 cm silnější.

Při vyhodnocování budou stěžejními informacemi náklady spojené se založením plantáže, její údržbou a sklizněmi po dobu životnosti, následnou likvidací a také výnosy ze zpeněžení sklizené dendromasy.

4.1 Sklizeň na štěpku

Uvažuji tříleté obmýtlí plantáže, životnost plantáže přibližně 21 let, a tudíž sedm sklizní. Náklady na založení (včetně oplocení) a údržbu v prvním roce jsou 25 000 Kč. Další údržba činí 1 000 Kč/rok a v souhrnu to je 19 000 Kč. Počet sklizených stromů je 2 940 a průměrná hmotnost tříletého stromu v čerstvém stavu je 3,21 kg (Celjak a Boháč, 2008). Obsah vody při těžbě je 55 % a výhřevnost dřevní hmoty při vlhkosti 55 % je 7,43 MJ/kg (Celjak a Boháč, 2008). Výkupní cena štěpky je 120 Kč/GJ (Bis, 2017). Náklady na sklizeň jsou 12 000 Kč/ha, náklady na dopravu k odběrateli 7 200 Kč/30 km a náklady na likvidaci plantáže 20 000 Kč/ha (Lipovská a Černíček, 2016). Modelový pozemek je výměrou asi třetina hektaru, počítám tedy s náklady na sklizeň ve výši 4 000 Kč, náklady na dopravu k odběrateli 2 400 Kč/30 km a náklady na likvidaci plantáže 6 700 Kč.

hmotnost stromu * počet stromů = 9,4 t

výhřevnost * výkupní cena = 890 Kč/t

objem těžby * cena za t štěpky = 8 400 Kč

výnos za obmýtí * počet obmýtí = 59 000 Kč

Lze tedy říct, že prodej štěpky za dobu existence plantáže by vynesl asi 59 000 Kč. Celková kalkulace je uvedena v tabulce 11.

Tabulka 11: Výnosy a náklady při sklizni na štěpku

Položka	Cena (Kč)
prodej štěpky	59 000
založení plantáže	- 25 000
údržba plantáže	- 19 000
náklady na sklizně	- 28 000
doprava	- 16 800
likvidace plantáže	- 6 700
Celkem	- 36 500

4.2 Sklizeň na polínka

Uvažuji pětileté obmýtí plantáže, životnost plantáže přibližně 20 let, a tudíž čtyři sklizně. Náklady na založení (včetně oplocení) a údržbu v prvním roce jsou 25 000 Kč. Další údržba činí 1 000 Kč/rok a předpokládám, že údržbu bude nutné provádět do třetího roku od založení (obmýtí) – v souhrnu to je 11 000 Kč. Počet sklizených stromů je 2 940 a průměrná hmotnost pětiletého stromu v čerstvém stavu je 18,622 kg (Celjak a Boháč, 2008). Objemová hmotnost kmenové hmoty při těžbě je 930 kg/m³ (Celjak a Boháč, 2008), avšak v tzv. plnometru (plm). Polena se prodávají v tzv. prostorovém metru (prm) a přepočtový vztah je dle TZB-info (2019) 1,43. Podíl koruny stromu je asi 30 % (Vypěstuj si les, 2012). Cena za prm je 800 Kč (Lipovská a Černíček, 2016). Náklady na sklizeň jsou 75 000 Kč/ha, náklady na dopravu k odběrateli 37 500 Kč/30 km a náklady na likvidaci plantáže 50 000 Kč/ha (Lipovská a Černíček, 2016). Modelový pozemek je výměrou asi třetina hektaru, počítám tedy s náklady na sklizeň ve výši 25 000 Kč, náklady na dopravu k odběrateli 12 500 Kč/30 km a náklady na likvidaci plantáže 16 700 Kč.

$$\frac{\text{hmotnost stromu} * \text{počet stromů} * \text{přepočtový koeficient}}{\text{objemová hmotnost}} = 84 \text{ pr m}$$

$$\text{objem těžby} - \text{podíl koruny} = 59 \text{ pr m}$$

$$\text{objem těžby bez koruny} * \text{výkupní cena} = 47\,000 \text{ Kč}$$

$$\text{výnos za obmýtí} * \text{počet obmýtí} = 189\,000 \text{ Kč}$$








Lze tedy říct, že prodej polínek za dobu existence plantáže by vynesl asi 189 000 Kč. Celková kalkulace je uvedena v tabulce 12.

Tabulka 12: Výnosy a náklady při sklizni na polínka

Položka	Cena (Kč)
prodej polínek	189 000
založení plantáže	- 25 000
údržba plantáže	- 11 000
náklady na sklizně	- 100 000
doprava	- 50 000
likvidace plantáže	- 16 700
Celkem	- 23 700

Výsledkem ekonomického porovnání je v obou případech ztráta. Při pětiletém obmýtí – sklizni na polínka je však ztrátovost nižší. V modelovém příkladu je počítáno s nejkratší možnou délkou obmýtí (tedy tříleté pro sklizeň na štěpku a pětileté pro sklizeň na polínka). Aby byla tato modelová plantáž v daných podmínkách rentabilní, bylo by nezbytné volit delší obmýtí, než která jsou uvažována.

Jak lze vyčíst z obrázku 3, pěstování v jiných podmínkách, a tudíž s odlišnou úrovní výnosů a nákladů, může být rentabilní. Vzhledem ke svým výsledkům však usuzuji, že uvedené zisky jsou velmi optimistické.

Rentabilita pěstování japonského topolu (životnost plantáže 21-22 let)			
 JAPOL www.JAPOL.cz		 ŠTEPKA sklizeň po 3 letech	 DŘEVO KULATINA sklizeň po 5 letech
		výsadba (ks/ha)	výsadba (ks/ha)
		10 000	5 000
	jedna sklizeň plantáže	60 tun štěpky	250 m ³ dřeva
	výkupní cena štěpky (Kč/tuna)	1 120 Kč	---
	výkupní cena dřeva (Kč/m ³)	---	800 Kč
	Výnosy z jedné sklizně	67 200 Kč	200 000 Kč
Počet sklizní		7	4
Výnosy CELKEM		470 400 Kč	800 000 Kč
	příprava pole	5 000 Kč	5 000 Kč
	sadba - řízky	20 000 Kč	10 000 Kč
	ruční výsadba	15 000 Kč	15 000 Kč
Založení plantáže		40 000 Kč	30 000 Kč
	nájem pozemku, daně z nemovitosti (Kč/rok)	500 Kč	500 Kč
	pečlivá údržba v 1. roce po výsadbě	10 000 Kč	10 000 Kč
	běžná údržba v 1. - 3. roce cyklu	4 000 Kč	4 000 Kč
	běžná údržba ve 4. - 5. roce cyklu	0 Kč	0 Kč
Údržba plantáže		105 000 Kč	52 500 Kč
	1 sklizeň plantáže	60 tun štěpky	250 m ³ dřeva
	náklady na jednu sklizeň	12 000 Kč	75 000 Kč
	doprava k odběrateli (např. 30 km)	7 200 Kč	37 500 Kč
	Sklizeň plantáže	134 400 Kč	450 000 Kč
Likvidace plantáže		20 000 Kč	50 000 Kč
Náklady CELKEM		299 400 Kč	582 500 Kč
Zisk z plantáže CELKEM		171 000 Kč	217 500 Kč
Průměrný roční zisk z 1 hektaru		7 773 Kč	9 886 Kč
plus dotace na plochu (SAPS 2013)		6 100 Kč	6 100 Kč

Obrázek 3: Rentabilita pěstování japonského topolu (Zdroj: Lipovská a Černíček, 2016)

5 ZÁVĚR

Vzhledem ke stále ubývajícím zásobám neobnovitelných zdrojů energie (zejména fosilních paliv) začíná být kladen důraz na získání energie ze zdrojů obnovitelných. V zemědělství jde především o zpracování biomasy. Energetické plodiny lze pěstovat na zemědělské půdě, která není využívána k produkci plodin pro potravinářství, a také na méně úrodných stanovištích.

Zajímavou a perspektivní variantou energetických plodin jsou rychle rostoucí dřeviny. V podmínkách ČR jsou nejrozšířenější vrby a topoly. Topoly jsou však vzhledem k vyšším výnosům v převaze. Pěstovat RRD lze několika způsoby, ale pro energetické využití jsou nejvýhodnější výmladkové plantáže, které se sklízí zpravidla v tříletém až šestiletém obmětí. Tento způsob pěstování využívá klony s regenerační schopností a díky tomu není potřeba po každé sklizni provést novou výsadbu. Výmladkové plantáže mají i významné mimoprodukční funkce – kořeny provzdušňují půdu a působí protierozně. Dále mohou zlepšit kvalitu půdy (organickou hmotou z opadlých listů) a poskytnout útočiště pro drobné živočichy (např. bezobratlí, plazi, ptáci).

Momentálním nedostatkem a možnou příčinou proč nejsou RRD více pěstovány je absence přímé finanční podpory na pěstování ze strany státu. Přesto může být produkce dendromasy i pro malopěstitele rentabilní. Je však důležité vybrat vhodné stanoviště, dřevinu a její klon. Také je nutné dodržet agrotechnické postupy a samozřejmě vybrat vhodný způsob sklizně.

Biomasa pěstovaná pro energetické účely je udržitelným a ekologickým zdrojem obnovitelné energie a nepochybně má velký potenciál v budoucím využití. Dle mého názoru se bude četnost jejího pěstování zvyšovat, což by mohlo mít celkově pozitivní vliv na životní prostředí.

6 LITERATURA

BIS, Jiří, 2017: Analýza teplárenství: Konference v PSP. In: *Česká strana sociálně demokratická: Záznam z konference Budoucnost české energetiky II* [online]. ©2019, [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: <<https://www.cssd.cz/data/files/20170511-bis.pdf>>.

CASLIN, Barry, John FINNAN, Alistair MCCRACKEN (eds), 2012: *Willow Varietal Identification Guide*. ISBN: 10 1-84170-590-X.

CELJAK, Ivo a BOHÁČ, Jaroslav, 2008-12-01: Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel>>. ISSN: 1801-2655.

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

ČÍŽKOVÁ, Ludka a Vladimír ČÍŽEK, 2004: Intenzivní kultury topolů a vrb. In: *Lesnická práce* [online]. (04), s. 29–31 [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <http://lmda.silvarium.cz/search/i.jsp?pid=uuid:17f63f3c-1e0e-47a3-90ed-6c99df079585#periodical-periodicalvolume-periodicalitem-page_uuid:29088502-c55a-11e4-ac60-001b63bd97ba>.

ČÍŽEK, Vladimír, 2007: Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychle rostoucích dřevin v podmínkách ČR. *Expertní studie k projektu BRIE - Regionální trh s biomasou 2007*. Valašské Meziříčí.

DIMITRIOU, Ioannis a Dominik RUTZ, 2015: *Udržitelné rychle rostoucí dřeviny: Příručka*. Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s., Česká republika. ISBN 978-3-936338-38-6. Dostupné také z: www.srcplus.eu. Český překlad: Ing. Jan Vidomus.

EAGRI: Dotace, ©2009–2019 [online]., Ministerstvo zemědělství. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/dobihajici-a-ukoncene-dotace/>>.

EKatalog BPEJ, ©2019 [online]. Ministerstvo zemědělství. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <<https://bpej.vumop.cz/53204>>.

HEIKE, Karel, 1978: *Praktická dendrologie*. Praha: SZN. [non vidi]

HEJDUK, Stanislav a Martin FAJMAN, 2007: Využití topolů a jiných rychle rostoucích dřevin pro energetické účely. HRABĚ, František a kol. *Trávníkářská ročenka 2007*. Olomouc: Ing. Petr Baštan, s. 122–126. ISBN 978-80-87091-00-5.

HORÁČEK, Petr, 2007: *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. Brno: ComputerPress. ISBN 978-80-251-1708-8.

HORÁK, Jiří a kol., 2012: Jak si doma stanovit vlhkost a výhřevnost dřeva?. In: *TZB - info* [online]. [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: <<https://vytapeni.tzb-info.cz/9300-jak-si-doma-stanovit-vlhkost-a-vyhrevnost-dreva>>.

KAVKA, Miroslav a kol., 2003: *Normativy zemědělských výrobních technologií: pěstební a chovatelské technologie a normativní kalkulace (práce, materiál, energie, náklady, produkce, tržby, příspěvek na úhradu fixních nákladů)*. 4. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN 80-727-1135-0.

KLEČKA, M. a kol., 1984: *Bonitace čs. zemědělských půd a směry jejich využití*. Díly 1-5. Praha: VÚZE. [non vidi]

KOHOUT, Pavel a kol., 2010: *Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby): odborná monografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-247-2.

LIPOVSKÁ, Lucie a Tomáš ČERNÍČEK, ©2014–2016: Topolová kuchařka: 7 tipů jak levně topit a vydělat. In: *JAPOL* [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <<http://www.japonskytopol-prodej.cz/wp-content/uploads/Topolov%C3%A1-kucha%C5%99ka-7tip%C5%AF.pdf>>.

MeziStromy.cz, ©2019: Měření stojících stromů. [online]. [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <<https://www.mezistromy.cz/stazeni-clanku/161229-msportal-mereni-stojcich-stromu-28.pdf>>.

MOTTL, Jiří, 1980: *Vrby pro včelí pastvu*. Praha: Český svaz včelařů Praha. 128 s.

MOUDRÝ, Jan a Zdeněk STRAŠIL, 1999: *Pěstování alternativních plodin: (učební texty)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-704-0383-7.

NIKL, Martin a kol., 2009: Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. *Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví*. Brandýs nad Labem: ÚHUL. 35 s.

NOSKIEVIČ, Pavel a Radek PILCH, 2008: *Spalování dřeva v malém ohništi*. Suchdol nad Odrou: ROMOTOP a Výzkumné energetické centrum VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-1889-4.

PEJZL, Jaroslav, 2008-11-26: Dřevěné (dřevní) pelety. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevne-drevni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

RRD, 2019a: Rychle rostoucí dřeviny – choroby a škůdci RRD. [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <<http://rrd-topoly.cz/pestovani/skudci-a-ochrana/>>.

RRD, 2019b: Rychle rostoucí dřeviny – topoly. [online]. [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <<http://rrd-topoly.cz/rrd/topoly/>>.

SKLENIČKA, Petr, 2003: *Základy krajinného plánování*. Vyd. 2. Praha: Naděžda Skleničková. ISBN 80-903-2061-9.

STANTURF, John a kol., 2002: Ecology and silviculture of poplar plantations. *Poplar culture in North America, part A*. Ottawa: NRC Research Press, National Research Council of Canada, s. 153-206.

STUPAVSKÝ, Vladimír a Tomáš HOLÝ, 2010-01-01: Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.

SZIF – Státní zemědělský intervenční fond, 2013: Přímé platby. [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: <<https://www.szif.cz/cs/prime-platby>>.

SZIF – Státní zemědělský intervenční fond, 2018-11-29: Sazby jednotlivých dotačních titulů. [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: <http://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fdokumenty_ke_stazsta%2Fnepub%2F1515760676040%2F1543388859350.pdf>.

ŠIMKOVÁ, Leona, 2016: VÝNOSNOST & EKONOMIKA pěstování výmladkových plantáží. In: *DOCPLAYER* [online]. [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <<https://docplayer.cz/4565449-Vynosnost-ekonomika-pestovani-vymladkovych-plantazi-leona-simkova-cz-biom-ceske-sdruzeni-pro-biomasu.html>>.

ŠINKORA, Milan, 2008-02-25: Topoly a vrby pro energetiku. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-pro-energetiku>>. ISSN: 1801-2655.

TLAPÁK, Václav, Jan ŠÁLEK a Vladimír LEGÁT, 1992: *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Brázda a MŽP ČR.

TZB-info, ©2019: Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva. [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <<https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>>.

VÍGLASKÝ, Jozef, Jozef SUCHOMEL a Nad'ňa LANGOVÁ, 2008: Efektívne pestovanie rýchlorastúcich drevin na energetických plantážach. *Životné prostredie*, 6: s. 321–324.

Vypěstuj si les, 2012: Tabulka na výpočet objemu RRD [online]. [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <<http://www.vypestujsiiles.cz/tabulka-na-vypocet-objemu-rrd/>>.

VYSKOT, Miroslav a kol., 1971: *Základy růstu a produkce lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Vysokoškolské učebnice. ISBN 07-052-71.

WEGER, Jan, 2003: Pěstování rychle rostoucích dřevin r.r.d. ve velmi krátkém obmětí na zemědělské půdě pro produkci biomasy na energetické a průmyslové využití. *Biomasa – Obnovitelný zdroj energie v krajině*. Průhonice. s. 21–35.

WEGER, Jan, 2011: Rychle rostoucí dřeviny. In: *VÚKOZ* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <<http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/zakladni-popis>>.

WEGER, Jan, 2009-08-10: Topoly a vrby k energetickému užití. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, 2000: Zakládání a pěstování produkčních porostů dřevní biomasy. *Biomasa - zdroj obnovitelné energie v krajině: sborník referátů z mezinárodní konference v Průhonicích (5.–6.10.2000)*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ), s. 23–32. ISBN 80-85116-23-5.

WEGER, Jan a kol., 2012: Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému využití na zemědělské půdě. In: *Vukoz.cz* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <<http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/pestovani>>.

WEGER, Jan a kol., 2006: Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy. *Životné prostredie*, 3: s. 137–141.

WEGER, Jan a Kamila HAVLÍČKOVÁ, 2007: *Potenciál biomasy v Pardubickém kraji*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice s Novou tiskárnou Pelhřimov. ISBN 978-80-85116-57-1.

WEGER, Jan a Kamila HAVLÍČKOVÁ, 2002-01-18: Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2019-01-07]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

7 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Možnosti pěstování RRD (Weger a kol., 2012)	14
Tabulka 2: Výhřevnost čisté dřevní hmoty japonského topolu v závislosti na obsahu vody (Celjak a Boháč, 2008)	26
Tabulka 3: Výnos a roční přírůstek sušiny – topol (Šinkora, 2008)	27
Tabulka 4: Výnos a roční přírůstek sušiny – vrba (Šinkora, 2008)	27
Tabulka 5: Vliv stanoviště na výnos RRD (Šimková, 2016).....	28
Tabulka 6: Základní fyzikální hodnoty rychle rostoucích topolů na pozemku ošetřovaném (Čakov II, BPEJ 52901) (Kohout a kol., 2010).....	28
Tabulka 7: Základní fyzikální hodnoty rychle rostoucích topolů na pozemku neošetřovaném (Čakov II, BPEJ 52901) (Kohout a kol., 2010).....	28
Tabulka 8: Průměrné hodnoty hmotnosti stromů v závislosti na době pěstování (Celjak a Boháč, 2008).....	29
Tabulka 9: Sumární ukazatele nákladů při realizaci plantáže RRD (normativní údaje dle Kavka a kol., 2003)	31
Tabulka 10: Charakteristika pozemku dle BPEJ (eKatalog BPEJ, 2019).....	32
Tabulka 11: Výnosy a náklady při sklizni na štěpku	34
Tabulka 12: Výnosy a náklady při sklizni na polínka.....	35