

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství

**Využití a ekonomika rychle rostoucích dřevin a jejich dopad na životní
prostředí**

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Rytina

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Rytina

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Využití a ekonomika rychle rostoucích dřevin a jejich dopad na životní prostředí

Název anglicky

Use and Economics of fast-growing trees and their impact on the environment

Cíle práce

Cílem práce bude vyhodnocení využívání rychle rostoucích rostlin. Cílem bude také komparace nově vyšlechtěné paulovnie s ostatními druhy rychle rostoucích dřevin. Bude provedena komparace i z ekonomického hlediska a vhodnost pěstování v různých klimatických podmínkách.

Metodika

Bude provedena komparace rychle rostoucí paulovnie s topoly a vrbami v otázce ekonomické náročnosti a výtěžnosti v různých klimatických podmínkách, a to jak z hlediska vhodnosti, tak i z hlediska ekonomického vyhodnocení. Dále bude analyzována invaze nepůvodních druhů do krajiny a její dopad na životní prostředí. Bude analyzována ekonomická vhodnost paulovnií jako energetického zdroje.

Doporučený rozsah práce

35-55 stran

Klíčová slova

rychle rostoucí dřeviny, topol, vrba, paulovnie, plantáž

Doporučené zdroje informací

- CELJAK, I. BOHÁČ, J. KOHOUT, P. 2007. Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích topolů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 54 s.
- CZ BIOM: Rychle rostoucí dřeviny výběr, výsadba a pěstování, zvyšování výnosu biomasy., 1.vydání, Praha: CZ BIOM, 2008, 158 str.
- ČÍŽEK, V. 2007. Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychle rostoucích dřevin v podmínkách ČR. [online], Expertní studie k projektu BRIE – Regionální trh s biomasou
- Nagata, Toshiyuki; DuVal, Ashley; Schnull, Michaela; Tchernaja, Tamara A; Crane, Peter R, PAULOWNIA TOMENTOSA: A Chinese plant in Japan, Curtis's Botanical Magazine, ISSN 1355-4905, 10/2013, Ročník 30, Číslo 3, pp. 261 – 274
- Pulkrab, K. a kol.: Ekonomika lesního hospodářství vybrané kapitoly, ČZU v Praze, 2005.
-

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 28. 12. 2015

doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2016

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití a ekonomika rychle rostoucích dřevin a jejich dopad na životní prostředí“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Romana Sloupa Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 15. 4. 2016

Tomáš Rytina

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Romanu Sloupovi Ph.D za možnost napsat práci na toto téma a za cenné rady. Také bych rád poděkoval rodičům a přítelkyni za neustálou podporu a trpělivost při mém studiu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá komparací vybraných rychle rostoucích dřevin (topolu, vrby, paulovnie). Ke komparaci dřevin byl použit teoreticky dopočítaný výnos z jednoho hektaru plantáže po dobu její životnosti. Životnost plantáží byla jednotně stanovena na 18 let. Předpokládané náklady a výnosy topolů a vrby si jsou velice podobné. Vzhledem k vysokým předpokládaným nákladům na založení plantáže, které má paulovnie, jsou pak oproti ostatním rychle rostoucím dřevinám nižší předpokládané hospodářské výsledky. Ekonomická výhodnost je závislá především na klimatických podmínkách a podpoře státu. V současných podmínkách je z ekonomického hlediska v České republice paulovniová plantáž méně výhodná než ostatní komparované plantáže.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, topol, vrba, paulovnie, plantáž

Abstract

This Bachelor thesis is focusing on the comparison of different fast growing species of trees (poplar, willow and paulownia). A theoretically calculated yield from one hectare of plantation during its lifecycle has been used for comparison. Lifecycle has been uniformly determined to 18 years. Presumed costs and yields of poplar and willow are very similar. Due to high presumed costs for establishing paulownia plantation, lower presumed profits compared to other fast growing tree species are expected. Economic profitability is mostly dependant on climatic conditions and state support. Under current economic conditions in Czech Republic, a paulownia plantation is less profitable than other compared plantations.

Keywords: Fast growing trees, poplar, willow, Pawlovia, plantation

Obsah

Seznam tabulek, obrázků a grafů.....	10
Seznam použitých zkratk a symbolů	12
1. Úvod	13
2. Cíl práce.....	14
3. Rozbor problematiky.....	15
3.1 Obnovitelné zdroje energie	15
3.1.1 Biomasa	15
3.1.2 Biomasa pro vytápění	16
3.1.3 Budoucí využití biomasy	17
3.2 Rychle rostoucí dřeviny	18
3.2.1 Druhy rychle rostoucích dřevin	18
3.2.2 Vybrané druhy vrb v ČR.....	20
3.2.3 Ekologické nároky topolů a vrb.....	22
3.3 Paulovnie.....	23
3.3.1 Vybrané druhy paulovnií	24
3.3.2 Výsadba	25
3.4 Pěstební technologie RRD	25
3.4.1 Lignikultury	25
3.4.2 Silvikultury	26
3.5 Pěstování v mini rotaci.....	27
3.5.1 Výběr vhodného stanoviště.....	27
3.6 Založení plantáže	28
3.6.1 Příprava půdy.....	28
3.6.2 Ochrana před zvěří.....	29
3.6.3 Kultivace půdy.....	29
3.6.4 Hnojení.....	29
3.6.5 Ochrana před škůdci	30
3.6.6 Sklizeň a její technické řešení.....	30

3.6.7	Životnost plantáže a legislativa.....	31
3.6.8	Likvidace plantáže	31
3.7	Přínos RRD z neekonomického hlediska.....	32
3.8	Dotace	32
3.8.1	SAPS	32
3.8.2	GREENING	34
3.8.3	Mladý zemědělec	34
3.9	Základní vztahy pro potřebné výpočty.....	35
3.9.1	Výpočet spotřeby řízků na 1 hektar v kusech.....	35
3.9.2	Množství řízků vysázených strojem za směnu	35
3.9.3	Výnos klonu na hektar za rok v sušině	35
4.	Metodika	36
5.	Výsledky.....	38
5.1	Topolový klon Max-4 (J - 105).....	38
5.1.1	Rozdělení plochy	38
5.1.2	Naměřené výsledky.....	38
5.1.3	Odhadovaný výnos °topolové plantáže za celou dobu její životnosti.....	39
5.2	Výnosnost domácích vrb a jejich přírodních kříženců.....	40
5.2.1	Průměrná výnosnost vrbové plantáže	42
5.3	Výnosnost paulovniové plantáže.....	42
5.4	Celkové výnosy a náklady komparovaných RRD	43
5.4.1	Celkové výnosy komparovaných dřevin.....	43
5.4.2	Náklady a výnosy topolové plantáže	44
5.4.3	Náklady a výnosy vrbové plantáže	48
5.4.4	Náklady a výnosy paulovniové plantáže	51
6.	Diskuze.....	55
7.	Závěr	56
8.	Zdroje.....	60

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1: Spotřeba energie v domácnostech	17
Tabulka 2: Seznam hybridních topolových klonů.	20
Tabulka 3: Rozdělení plochy s délkou obmýtí	38
Tabulka 4: Naměřené výsledky	39
Tabulka 5: Výnos vybraných vrb v tunách sušiny na hektar	41
Tabulka 6: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro topolovou plantáž	45
Tabulka 7: Předpokládaný kumulovaný výsledek hospodaření topolové plantáže	48
Tabulka 8: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro vrbovou plantáž	48
Tabulka 9: Kumulovaný výsledek hospodaření vrbové plantáže	51
Tabulka 10: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro paulovníovou plantáž.....	51
Tabulka 11: Předpokládaný kumulovaný výsledek hospodaření paulovníové plantáže	54
Tabulka 12: Předpokládaná rentabilita nákladů a výnosů bez dotací.....	57
Obrázek 1: Spon mezi dřevinami.....	26
Graf 1: Vývoj výměry RRD v České republice	16
Graf 2: Vývoj dotací SAPS v České republice	33
Graf 3: Typická výnosová křivka pro plantáže RRD	39
Graf 4: Teoretické výnosové křivky topolu (J – 105).....	40
Graf 5: Výnos vybraných klonů vrb	41
Graf 6: Průměrný výnos vrbové plantáže	42
Graf 7: Předpokládaný průměrný výnos plantáže paulovníí	43
Graf 8: Celková předpokládaná výnosnost komparovaných dřevin v tunách sušiny na hektar za 18 let	44
Graf 9: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací topolové plantáže za 18 let	47
Graf 10: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací topolové plantáže za 18 let	47
Graf 11: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací vrbové plantáže za 18 let .	50

Graf 12: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací vrbové plantáže za 18 let	50
Graf 13: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací paulovníové plantáže za 18 let	53
Graf 14: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací paulovníové plantáže za 18 let.....	53
Graf 15: Celkové předpokládané náklady plantáže pro různé ceny sazenic paulovnie..	54
Graf 16: Ekonomická komparace RRD bez dotací za dobu 18 let	56
Graf 17: Předpokládané kumulativní výsledky hospodaření dle obmýtí za dobu 18 let	57
Graf 18: Ekonomická komparace RRD s dotací za dobu 18 let	58

Seznam použitých zkratk a symbolů

OZE – Obnovitelné zdroje energie

RRD – Rychle rostoucí dřeviny

SZT – Soustava zásobování tepelnou energií

VÚLHM – Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti

VÚKOZ - Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, veřejná
výzkumná instituce

1. Úvod

V posledních letech obnovitelné zdroje energie (OZE) zažívají ve vyspělých státech svůj rozmach. Pro zmíněný trend hovoří mnoho důvodů, například snižování emisí skleníkových plynů a snižování rizik související s globální změnou klimatu. Nemusí se jednat pouze o sluneční energii. Spalováním biomasy se produkuje pouze tolik skleníkových plynů, které rostlina sama spotřebovala při svém růstu.

Nejde přitom jen o životní prostředí, ale i o politický cíl - zajistit energetickou bezpečnost. Evropské země jsou vysoce závislé na dovozu primárních energetických zdrojů ze zemí, které nejsou příliš politicky stabilní. OZE jsou pro Evropské země dostupné, a proto alespoň částečně dokáží tuto závislost kompenzovat.

2. Cíl práce

Cílem práce bude uvedení do problematiky rychle rostoucích dřevin a kalkulován předpokládaný celkový objem biomasy za dobu předpokládané 18-ti leté životnosti plantáže. Bude proveden přepočítaný vyčíslený objem biomasy na peněžní jednotku a následná komparace nákladů a výnosů jednotlivých druhů dřevin. Do těchto kalkulací budou samostatně zahrnuty i státní příspěvky ve formě dotací. Bude analyzována ekonomická vhodnost paulovníí jako energetického zdroje.

3. Rozbor problematiky

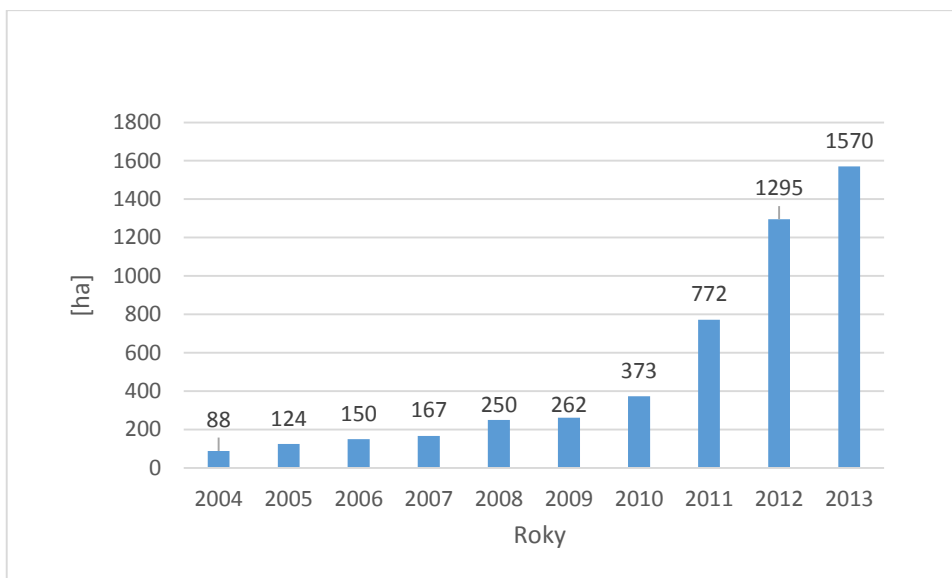
3.1 Obnovitelné zdroje energie

3.1.1 Biomasa

Zdeněk Pastorek a kol (2004) uvádí definici biomasy takto: „Biomasa je definována jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady).“

Rostliny při svém růstu přeměňují fotosyntézou světelnou energii na energii chemickou. Tato část biomasy se nazývá rostlinná biomasa.

Biomasa nabízí v České republice velké využití pro všechny skupiny obyvatel, ať už se jedná o produkci nebo o spotřebu. Díky svým vlastnostem má jak ekologické, tak ekonomické a sociální aspekty. Obzvláště pro zemědělce má biomasa spoustu pozitiv. Stejně jako při dřevařské výrobě je u primární suroviny i nežádaná sekundární surovina. Sekundární surovinou je myšlený dřevařský odpad, ze kterého se dá, například spalováním, získat energie, tzn. peníze. Zemědělci získají zdroj příjmů, který se dá pokládat za stabilní. Biomasa se zpracovává na dva druhy podob, a to na kapalnou a pevnou. V případě kapalné podoby se nejčastěji jedná o bionaftu, která je následně prodávána v bioplynových stanicích. Současně je ovšem na vzestupu pevná podoba biomasy, která se vyrábí z rychle rostoucích dřevin (RRD). V grafu č. 1 je znázorněn rostoucí trend osázených ploch RRD.



Graf 1: Vývoj výměry RRD v České republice

Zdroj: Ministerstvo zemědělství, 2013

V současné době činí plocha půdy využívaná v zemědělství 3 542 715,16 ha. V roce 2004 byla celková osázená poloha RRD 88 ha, což je pouze 0,00248 % z celkové užívané půdy. Plocha využívaná pro RRD rostla, do roku 2010 mírně, poté byl zaznamenán extrémní progres. V roce 2013 se využívalo již 1 570 ha půdy pro RRD, což je téměř osmnáctinásobek hodnoty ze začátku námi pozorovaného období. Z celkové plochy je to však stále nízké číslo, konkrétně 0,04432 %.

3.1.2 Biomasa pro vytápění

Biomasa pro vytápění se hlavně využívá ve formě palivového dřeva. V automatických kotlích se spalují pelety a brikety, což jsou slisované malé části dřeva nebo rostlin.

Pelety mají jako biopalivo nejčastěji vlhkost okolo 8 %, výhřevnost 16 až 18 MJ/kg. Jejich velkou výhodou je malý rozměr, díky čemuž je snadná manipulace i doprava a možnost automatického přívodu paliva po dopravníku až k topeništi. Spalováním pelet nevzniká téměř žádný kouř na rozdíl od spalování palivového dřeva a vzniká jen nepatrné množství popela. Při docílení optimálních podmínek pro spalování vzniká přibližně jen 0,5 % popela. To znamená, že z jedné tuny pelet vznikne přibližně 5 kg popela. Popel je zdravotně nezávadný a může se využít při kompostování nebo jako hnojivo na zahradu (Ministerstvo zemědělství, 2013).

Brikety se lisují na větší kusy než pelety. Mají tvar válečků nebo hranolů o rozměrech v průměru 40 až 100 mm a délky do 300 mm. Obsahem vody se neliší od pelet, tepelnou výhřevnost mají od 12 do 19MJ/kg. Dají se spalovat v domácích topeništích určených ke spalování uhlí i dřeva. Při spalování vzniká o něco více popele (kolem 1 % až 3 %). Jsou vhodnou ekologickou náhradou za uhlí a řeší problém obcí potýkajících se se zamořením z kouře, který vzniká především ze spalování fosilních paliv. (Ministerstvo zemědělství, 2013).

3.1.3 Budoucí využití biomasy

Státní energetická koncepce počítá s rostoucím podílem využití spalování biomasy. V tabulce č. 1 je znázorněná rostoucí tendence využití biomasy.

Tabulka 1: Spotřeba energie v domácnostech

		2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Černé uhlí	PJ	2,2	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Hnědé uhlí	PJ	21,1	15,8	9,2	2,6	1,8	1,8	1,8
Brikety	PJ	4,8	3,9	4,9	4,9	3,9	3,9	3,9
Koks	PJ	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Zemní plyn	PJ	96,9	88,0	80,1	75,4	75,0	74,4	73,7
Biomasa	PJ	48,5	53,3	57,9	62,4	61,2	60,4	60,6
Tepelná čerpadla	PJ	1,2	2,6	4,6	6,2	7,8	9,4	11,0
Kolektory	PJ	0,3	0,6	1,1	2,4	2,8	4,0	4,0
Elektrina	PJ	54,1	51,5	51,4	52,4	52,8	52,1	51,9
SZT	PJ	50,1	49,2	47,3	44,7	42,0	41,0	40,1
Celkem	PJ	279,9	268,5	260,1	254,6	250,9	250,6	250,6

Zdroj: Státní energetická koncepce, 2014, zaokrouhleno

Poměr biomasy na celkové energetické spotřebě domácností je současně necelých 20 %, tedy skoro pětina veškeré spotřeby. V průběhu budoucích let se tento poměr bude zvyšovat. V roce 2025 to bude 24,5 %. Poté začne meziročně lehce klesat, v roce 2040 bude činit přibližně 24,18 %.

Výše zmíněnou tendenci kopíruje meziroční vývoj celkového využití biomasy v domácnostech. Do roku 2025 se spotřeba biomasy zvyšuje, poté mírně klesá.

3.2 Rychle rostoucí dřeviny

RRD jsou takové dřeviny, které ve srovnání s jinými dřevinami vyprodukují v krátkém časovém období velké množství biomasy. Za RRD se podle lesnických kritérií označují takové dřeviny, které dosahují výnosu biomasy nad $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, což přibližně odpovídá $4,5 \text{ t (suš.)} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. RRD se pěstují ve výmladkových plantážích na zemědělské půdě a v Evropě se pěstují jako energetická plodina z komerčních důvodů. V České republice se pro produkci štěpky k energetickému využití nejvíce využívá klonů topolů a vrb, které mají velice dobrou výmladkovou schopnost, což je obrázení z pařezu po seřiznutí a schopnost vegetativního množení. Po výsadbě se klony vyznačují dobrým výškovým přírůstem a to mezi 40 až 70 cm. V klimatických podmínkách České republiky se za nadprůměrnou produkci biomasy z výmladkových plantáží považuje 8 až 10 t (suš.) $\cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. RRD se na výmladkových plantážích pěstují ve velmi krátkém obmýti (2 až 9 let). Vzhledem k velmi dobré výmladkové schopnosti se sklizeň může opakovat několikrát po sobě bez potřeby vysazovat nové plodiny (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008)

3.2.1 Druhy rychle rostoucích dřevin

V našem zeměpisném pásmu je nejrozšířenější pěstování příslušníků rodů *Populus* a *Salix* neboli topoly a vrby. V Evropě jsou díky zvyšující se poptávce po barevném dřevu zakládány výsadby ořešáku černého (*Juglans nigra*), třešně ptačí (*Cerasum avium*) a trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*). Z jehličnatých dřevin jsou nejvíce zakládány výsadby borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). Zmíněné dřeviny se liší požadavky na stanoviště. Při vysazení dřeviny nejvíce odpovídající charakteru stanoviště lze nejvíce využít potenciál půdy. Pro maximalizaci výtěžnosti se využívají osvědčené metody pěstování (Čížek, 2007).

3.2.1.1 Vybrané druhy topolů v ČR

V České republice se mezi nejnáročnější druhy na přírodní podmínky řadí černé topoly a jejich hybridy. Vyznačují se nejvyššími nároky na délku vegetačního období a na teplotu. Nejvhodnější půdy pro růst se nacházejí v nívních polohách. V České republice se černým topolům nejvíce daří v lužních lesech a podél dolních toků řek do nadmořské výšky 400 m, maximálně však do 600 metrů nad mořem. Výhodou popisovaných topolů je i jejich přizpůsobení se na těžší půdy. Topoly lze pěstovat i mimo ideální lokality. Musí se ale počítat s nižším přírůstem a přizpůsobit pěstební postupy. Zásadní je dodržení

minimální hloubky půdního profilu, který by neměl být menší než 1 m. Černé topoly nelze pěstovat na půdách, kde je velký výpar a téměř neexistuje podpovrchová voda. Například v kamenitých půdách nebo ve svazích.

Na rozdíl od černých topolů se balzámovým topolům daří méně v těžkých půdách v nížinách řek. Naopak ve vyšších nadmořských výškách a ve štěrkovitých až v hlinitopísčitých půdách se jim dostává ideálních podmínek pro růst. Podmínkou je vysoká hladina spodní vody, bez které tyto půdy rychle vysychají. Všeobecně platí, že černé topoly jsou více náročné na stanoviště, než topoly balzámové. Pro komerční výsadbu se doporučuje nadmořská výška od 300 do 600 metrů. Balzámové topoly lze pěstovat i ve vyšší nadmořské výšce, ale jejich přírůstek bude nižší.

Topoly osiky (*Populus tremola*) jsou ze všech topolů nejméně náročné na stanoviště. Lze je pěstovat na všech typech půdy. Je nenáročná také na živiny, ale největšího přírůstu samozřejmě dosahují jen na stanovištích, kde je dostatečně hluboký půdní profil a dostatek vláhy (Čížek, 2007).

3.2.1.2 Klony topolů

Mezi nejvýznamnější druhy klonů topolů se u nás řadí dva klony pod označením J – 104 (MAX 5) a J – 105 (MAX 4). Jsou to klony z multiklonální sorty Max (*Populus nigra x maximowiczii*). Tyto klony byly vyšlechtěny pro podmínky panující v České republice. Myjí vysoký výnos v hustém sponu, jsou odolné vůči patogenům a na stanovištích, kde jiné klony živoří, vykazují dobrý přírůstek. Při výsadbě je v porovnání s jinými klony ujmavost řízků také nejlepší.

Mezi další klony, které jsou doporučovány pro plantáže RRD jsou:

- Androscoggin (*Populus maximowiczii x P. trichocarpa*)
- Oxford (*Populus maximowiczii x P. berolinensis*)
- NE 44 (*Populus maximowiczii x P. berolinensis*)
- klon P – 468 (*Populus trichocarpa x P. koreana*)
- klon P – 473 (*Populus deltoides x trichocarpa*)
- klon Gomel 2 (blíže neurčený hybrid balzámového topolu)
- Klon P – 410 totožný s klonem P – 412 (*Populus nigra x simonii*)
- klon NL-B-132b (*Populus x euroamericana*)

V tabulce č. 2. je uveden seznam schválených hybridních topolových klonů pro zakládání porostů RRD.

Tabulka 2: Seznam hybridních topolových klonů.

Název klonu	
obchodní název	botanický název, pohlaví (m – samčí klon, f – samičí klon)
topol 'Blanc du Poitou'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Blanc du Poitou' m
topol 'I-45/51'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'I-45/51' m
topol 'I-476'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'I-476' m
topol 'NL-B-132b'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'NL-B-132b' m
topol 'Dolomiten'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Dolomiten' f
topol 'Eckhof'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Eckhof' f
topol 'Flachslanden'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Flachslanden' f
topol 'Gelrica'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Gelrica' m
topol 'Heidemij'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Heidemij' m
topol 'I-500/53'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'I-500/53' f
topol 'Löns'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Löns' m
topol 'Marilandica'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Marilandica' f
topol 'Neupotz'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Neupotz' f
topol NL-B-132m	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'NL-B-132m'
topol 'NL-B-132k'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'NL-B-132k' f
topol 'Robusta'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Robusta' m
topol 'Spreewald'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Spreewald' f
topol 'Virginiana de Frignicourt'	Populus × euroamericana (DODE) GUINIER 'Virginiana de Frignicourt' f
topol 'Oxford'	Populus maximowiczii × P. × berolinensis (STOUT et SCHREINER) 'Oxford' f
topol 'Androscoggin'	Populus maximowiczii × trichocarpa (STOUT et SCHREINER) 'Androscoggin' m
topol 'NE-42'	Populus maximowiczii × trichocarpa (STOUT et SCHREINER) 'NE-42' m
topol 'Fritzi Pauley'	Populus trichocarpa TORR. et GRAY f

Zdroj: Čížek, 2009

3.2.2 Vybrané druhy vrb v ČR

Vrba bílá (*Salix alba*) nejhojněji roste v nadmořské výšce okolo 400 m. Je to vrba stromového vzrůstu, která v ideálních podmínkách dosahuje výšky přibližně 30 m. Nejvíce roste na vlhčích a teplejších území blízko řek a rybníků. Na tomto území roste i její přirozený kříženec s vrbou křehkou (*Salix fragilis*), vrba načervenalá (*Salix x rubens*). Oba druhy mají rády hluboké těžké půdy s vysokým obsahem humusu a živin. Na ideálních stanovištích vytvářejí rozvinutý kořenový systém a rychle regenerují po

seříznutí prýtů. Na suchých půdách s vysokým obsahem skeletu nedosahují dobrého vzrůstu a ve vyšších nadmořských výškách mohou i namrzat (Čížek, 2007).

Vrba košíkářská má stejné ekologické aspekty jako vrba bílá. Vyhovují jí hluboké těžké půdy s vysokým obsahem humusu. Roste maximálně do nadmořské výšky 500 metrů. Tato vrba vytváří veliký keř, který může dosahovat výšky až 6 m. Nalezneme ji podél vodních toků a rybníků. Jak už její název napovídá, využívá se především k výrobě proutěných produktů. Její jednoleté proutí, které po seříznutí rychle obráží, má dobré pružné vlastnosti, jež jsou po staletí využívány v jednom z nejstarších řemesel na světě - košíkářství.

Výše uvedené druhy vrb – vrba bílá, vrba načervenalá a vrba košíkářská bez problému přežijí záplavy a krátkodobě i stagnující vodu. Ovšem při výsadbě musíme mít na zřeteli, že přírůstky budou na takto mokřích místech mnohonásobně nižší.

Vrba lýkovcová (*Salix daphnoides*) stejně jako vrba bílá je stromová vrba. Roste maximálně do výšky 12 m. Korunu má málo rozvětvenou a na ořezání výhonů nereaguje dobrým obrostem jako např. vrba košíkářská. Její největší význam spočívá v období květenství. Vykvétá dříve než ostatní vrby a zajišťuje potravu v podobě pylu pro včely.

3.2.2.1 Klony vrb

Vrby jsou na našem území nejméně využívanou skupinou dřevin. Ze skupiny rodu *Salix* roste na našem území 25 druhů. Pro plantáže jsou vhodné dva druhy stromových vrb, vrba bílá (*Salix alba*) a vrba načervenalá (*Salix x rubens*).

Od roku 1994 jsou ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) zakládány testovací výsadby pro pěstování vrb pro energetické využití. Vrby košíkářské a vrby jívy mají podle zahraničních dat nejvyšší produktivitu. U nás se testují až do výšky 600 m nad mořem. V klimaticky příznivějších stanovištích se dá využít i vrba bílá, a to až do výšky 400 m nad mořem. Ministerstvo životního prostředí pro výsadbu plantáží doporučuje 25 klonů vrb.

8 klonů vrby bílé

- S – 117
- S – 131
- S – 204
- S – 456

- S – 457
- S – 464
- S – 469
- S – 639

2 klony vrby načervenalé

- S – 195
- S – 391

4 klony vrby jívy

- S – 206
- S – 218
- S – 383
- S – 417

3 blíže neurčené hybridy *Salix caprea*

- S – 704
- S – 705
- S – 706

5 klonů vrby košíkářské

- S – 264
- S – 310
- S – 337
- S – 519
- S – 699

3 klony vrby lýkovcové

- S – 077
- S – 234
- S – 588

Klony vrb jsou pod těmito čísly zaevidované v archívech VÚLHM. Seznam se bude nadále měnit, protože výzkum stále pokračuje (Čížek, 2007).

3.2.3 Ekologické nároky topolů a vrb

Topoly jsou stejně jako vrby heliofyty. To znamená, že jsou to dřeviny s velmi vysokými požadavky na sluneční záření. V případě zastínění se velmi razantně snižuje jejich růst a může dojít až k jeho zastavení. Nároky na půdní vláhu jsou také vysoké a pro maximální

výtěžnost je vhodné mít na stanovišti dostupnou vláhu celoročně. Avšak přebytek vody je pro topoly na rozdíl od vrb také nežádoucí. Vrby jsou v České republice nejvíce využívány pro zpevnění břehů rybníků a řek, kde je pro topoly přebytek vody. Dlouhé období sucha a nedostatek podpovrchové vody ve vegetačním období se negativně projevuje na ročním přírůstu obou dřevin (Čížek, 2007)°.

3.3 Paulovnie

Paulovnie je listnatý, opadavý, mělce kořenící strom. Je to teplomilná dřevina, které se daří v živných, čerstvě vlhkých půdách (Koblížek, 2006). Naopak nevhodné půdy pro pěstování jsou půdy jílovité, podzolové a bažinaté. Půda obsahující více než 25 % jílu a její poréznost je menší než 50 % je též nevhodná. Dobré výsledky jsou pozorovány v půdě, jejíž pH je od 5,0 do 8,9. Netoleruje půdu, jejíž salinita (slanost) je větší než 1 %. Daří se jí i ve výškách do 2 000 metrů nad mořem a v zeměpisných šířkách od 40 °S do 40 °J. Pro dosažení nejlepšího výnosu nesmí nadmořská výška překročit 750 – 800 metrů. Růst stromu začíná na jaře, kdy teplota půdy dosáhne 15 – 16 °C. Optimální teplota pro růst se pohybuje zhruba kolem 24 až 33 °C (Bio tree ltd, 2014). U nás se převážně pěstuje jako okrasný strom a to jen na pár místech v republice. Vyniká svým květenstvím. Vidět ho můžete například na pražském Andělu. Paulovnie pochází z Asie, je známá jako čínský císařský strom. Mezi charakteristické znaky, díky kterým se paulovnie ihned pozná, se řadí její rozměrné listy. Ty dosahují v průměru (150 až 700 mm). Obrovské listy a efektivní způsob fotosyntézy je důvod rychlého přírůstu této dřeviny. V Asii se její dřevo nepoužívá k topení, ale jako stavební materiál nebo dokonce k výrobě hudebních nástrojů.

Paulovnie Kirl se vyznačuje vysokou mrazuvzdorností, avšak sazenice a mladé stromky je nutno před mrazem chránit. Pěstuje se stejně jako jiné paulovnie pro rovné lehké kvalitní dřevo bez suků s překrásnou kresbou používané v řezbářství, stavebnictví, ale také pro produkci biomasy. Veliký přínos má tato dřevina i pro včelaře, kteří nejvíce vyhledávají základní druh – paulovnií plsnatou. Při vhodných podmínkách vykvétá od čtvrtého roku, avšak se ale může stát, že vykvete již prvním rokem. Dle klimatických podmínek a vhodném stanovišti dorůstá výšky mezi 5 a 15 metry. Při ideálních podmínkách dosáhne výšky i 25 metrů.

3.3.1 Vybrané druhy paulovníí

Paulovnie Tomentosa je nejrozšířenější druh paulovnie, pěstuje se především jako okrasný strom. Bujaré květenství je krásné jak pro oko, tak přínosné pro včely. Není to jen krásný strom, ale má i praktické využití v podobě štěpky a dřeva.

Paulovnie Elongata patří mezi nejrychleji rostoucí strom z rodu paulovníí. Dokáže vyrůst až 5 metrů za 1 rok a tím vyprodukovat velké množství dřevní hmoty.

Paulovnie Shan-tong je nový kříženec mezi Fortunei a Tomentosa. Vhodný pro využití na spalování, ale i na truhlářské řezivo. Vhodný do našich podmínek, protože je odolný proti suchu a mrazuvzdorný.

Paulovnie Shan- dong má podobné vlastnosti jako Shan-tong, využívá se pro štěpku i truhlářské řezivo.

Paulovnie 9501 (superhybrid) je kříženec mezi Tomentosa a Fortunei. Byl vyšlechtěn v ústavu Akademie věd v Číně. Výhodou tohoto super hybridu je vysoce nadprůměrná produkce dřevní hmoty v chladném prostředí.

Paulovnie 9502 (superhybrid) stejně jako výše uvedená paulovnie 9501 dosahuje vysoké produkce dřevní hmoty v chladnějším prostředí.

Paulovnie Catalpa Folia se v Asii využívá pro výrobu strunných hudebních nástrojů. Uplatnění nachází i v podobě štěpky nebo kulatiny pro dřevozpracující průmysl.

Paulovnie Biomass, jak je z názvu patrné, tento druh se hlavně využívá pro produkci biomasy.

Paulovnie Kawakamii je v České republice známá jako Safírový dračí strom. Tento druh je kriticky ohrožený. V Asii se využívá jako okrasný strom.

Paulovnie Fortunei je vhodná do teplejšího klimatu, kde se využívá pro produkci dřeva (ZENERGO Paulownia, s.r.o.)

Paulovnie Pao Tong Z07 byla vyšlechtěna v roce 2007 jako superhybrid nové generace. Kříženec mezi Tomentosa x Fortunei x Kawakami je mrazuvzdorný až do - 33 °C, velice odolný vůči chorobám, suchu a záplavám. Roste ještě rychleji než Elongata.

3.3.2 Výsadba

V našem klimatickém pásu není možné paulovnici vysévat v přirozených venkovních podmínkách, protože při výsadbě musí být teploty okolí přibližně 29 °C a musí být udržována maximální vlhkost. Pro úspěšné vyklíčení je nutno dosáhnout výše uvedených podmínek ve speciálním prostředí, ke kterému dospějeme za pomoci přisvětlování LED žárovkou.

Výsadba se provádí v červnu a červenci. Pro největší přírůst dřevní hmoty se doporučuje v prvním roce paulovnici seříznout na pařez.

3.4 Pěstební technologie RRD

3.4.1 Lignikultury

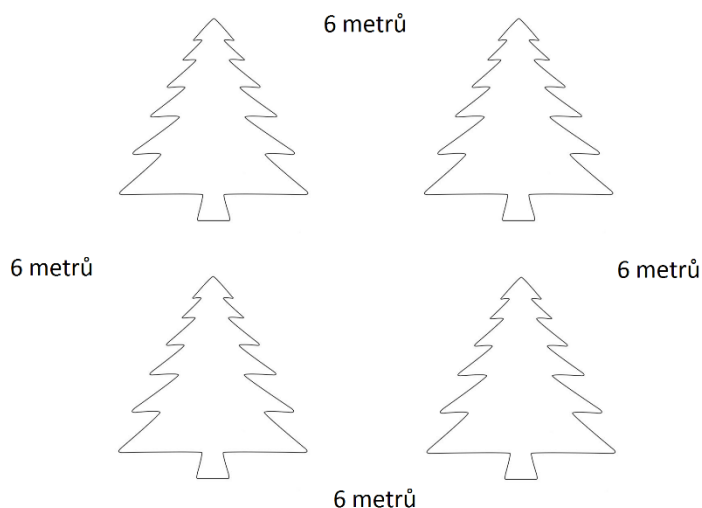
Lignikultura je porost určitého dřevinového druhu, jehož cílem je vyprodukovat rychle a co nejvíce dřevní hmoty.

Jak píše Čížek (2007), lignikultury pěstované v Evropě mají pár společných znaků bez ohledu na druh dřeviny:

- jsou zakládány na zemědělské půdě na stanovišti odpovídajícím nárokům dané dřeviny
- kvalitní sazenice jsou vysazovány do připravené půdy v širokém sponu
- celoplošná kultivace půdy se provádí až 10 let
- v topolových lignikulturách jsou pěstovány vyšlechtěné otevřené klony hybridních topolů.

Lignikultury nebo silvikultury nazýváme kultury s krátkým obmýtím. Za krátkou dobu obmýtí se v našem zeměpisném pásmu označuje doba 20 až 25 let. Je to doba od založení porostu až k jeho vytěžení.

Topolové lignikultury, stejně jako jiné, se vysazují v takzvaném sponu. Sponem rozumíme vzdálenost dřevin od sebe.



Obrázek 1: Spon mezi dřevinami

Zdroj: Vlastní

Na velikosti sponu vysazovaných dřevin velice záleží. Při malém sponu se dřeviny od určitého věku růstu začínají zastíňovat a vzniká i problém s pohybem zemědělské techniky po plantáži. Na druhou stranu při příliš velkém sponu vzniká nevyužitá místa, prostor pro růst plevelu a ekonomická ztráta z nedostatečně nevyužití půdy.

Topolové lignikultury nejčastěji vysazujeme ve sponu 6 x 6 metrů, v teplých oblastech až ve sponu 8 x 8 metrů. Půda se mezi dřevinami dá využít pro pěstování např. brambor, kukuřice, krmné řepy nebo zeleniny až do doby, než dřevina zastíní půdu. Jde tak o maximální využití potenciálu rozlohy půdy. Vyvětvení kmene se provádí ve druhém roce po výsadbě. Kultivaci půdy se zvyšuje přírůst až o 30 % a dobu obmýti tím lze zkrátit na 20 let. Lignikultury se pěstují zejména pro dýchárenské a pilařské výřezy. Zbytky se zpracují na štěpku a paletové přířezy. Lignikultury jsou vhodná alternativa pro zhodnocení nevyužití zemědělské půdy.

3.4.2 Silvikultury

Silvikultury se od lignikultury liší pouze v menší intenzitě pěstební technologie. Ostatní charakteristiky jsou velice podobné. Půda se připravuje celoplošně, sázejí se sazenice, kultivace půdy je celoplošná a provádí se přinejmenším 5 let. Vyvětvení kmene se provádí do výšky 5 až 8 m. Doba obmýti se stanovuje na 25 let.

Celoplošná příprava půdy je velice důležitá. Snaha co nejvíce snížit náklady není v konečném součtu výhodná. Po výsadbě mají sazenice po několik let velice malý přírůst.

Proto se doporučuje na vytěženém stanovišti hlubokou orbou zbavit všech pařezů, srovnat terén a v případě zamoření vytrvalými plevely použít herbicid. Plevel roste rychleji než sazenice a je důležité kontrolovat jeho růst, aby nezpomaloval růst sazenic.

3.5 Pěstování v mini rotaci

Mini rotací se označuje období 3 až 6 let. Jedná se tedy o velmi krátké obmýetí. Na rozdíl od lignikultur a silvikultur se veškerá vypěstovaná dřevní hmota využívá jako biomasa v podobě štěpky.

Na vhodném stanovišti do nadmořské výšky 400 m a použití správné pěstební technologie je reálně dosažitelné obmýetí 3 let. Při zhoršených podmínkách (klimatických, nevhodnost stanoviště, nesprávně zvolené pěstební technologie) se doba obmýetí může prodloužit ze tří až na šest let. V takovém případě je velice ohrožena efektivnost investice. Základem pěstování RRD ve větším měřítku je v zahraničí využívání vyšlechtěných klonů RRD a intenzivního obhospodařování kultury.

3.5.1 Výběr vhodného stanoviště

Jak již bylo řečeno výše, správné stanoviště má zásadní vliv na růst dřeviny. Investor by měl být při výběru stanoviště obzvláště pečlivý, především při zakládání nového projektu. Pokud s danou problematikou není investor seznámen, nejvhodnější řešení je najmutí projektanta. Ten odpovídá za výběr vhodného stanoviště, zvolení vhodné kultury i za popis pěstební technologie. Rizikovost projektu se pod vedením odborného projektanta sníží.

Pokud investor nevyužije služeb projektanta, musí splnit nařízení vlády č. 308/2004 Sb. které stanovuje podmínky pro založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě. Veškeré podmínky dle § 10 zmíněného nařízení musí být splněny, aby byl žadatel (investor) zařazen do programu na podporu založení porostu rychle rostoucích dřevin.

Před konečným výběrem stanoviště by se mělo investovat do rozboru hydrologických, pedologických a klimatických poměrů. Tento rozbor je klíčový pro výběr nejvhodnějšího stanoviště. Jak píše Čížek (2007), stanoviště pro efektivní růst RRD pro biomasu má následující charakteristiky:

- klimatický region – s ročním úhrnem srážek nad 500 mm a současně s průměrnou roční teplotou minimálně 7 – 8 °C

- hloubka půdy – půdy s hloubkou minimálně 60 cm
- skeletovitost půdy – půdy bezskeletovité až slabě skeletovité
- sklonitost – rovina až mírný svah
- nadmořská výška – do 500 m
- výška hladiny spodní vody – od 0,5 m do 3 m.

Při nesplnění některé z výše uvedené charakteristiky bude klesat výnosnost. To ovšem neznamená, že musí být striktně dodrženy všechny charakteristiky stanoviště. Veliký ekonomický význam má poloha stanoviště vzhledem ke spotřebiteli. To znamená, že biomasa z odlehlého, klimaticky optimálního stanoviště bude vzhledem k ceně přepravy dražší než biomasa pěstovaná na ne úplně ideálním místě nedaleko spotřebitele.

3.6 Založení plantáže

3.6.1 Příprava půdy

Příprava půdy pro RRD je stejná jako pro výsev jednoletých zemědělských plodin. Půda, která byla zemědělci obhospodařována, se na podzim odplevelí vhodným herbicidem. Poté následuje standardní podzimní orba. Na jaře se půda srovná vláčením a může být zahájeno vysazování řízků. Jak píše Čížek (2007): „řízek je oddělená část dřevnaté části prýtu topolů nebo vrb“. Řízek pro sadbu musí splňovat dvě následující kritéria:

- minimální délka 200 mm s dvěma vyvinutými pupeny
- tloušťka na horním konci minimálně 8 mm

Pro dobré uchycení řízků je třeba dbát na kvalitu řízků počínaje uskladněním. Řízky by měly být uskladněny v prostoru s trvale vysokou vlhkostí vzduchu a stabilní teplotou nepřesahující 4 °C. U řízků, které chceme vysázet, si musíme dát pozor na vyschnutí, hniloby, nekrózy, poškození houbovými chorobami nebo hmyzem. Řízky se vysazují ručně nebo strojově. Při větších plochách je přímo nezbytné využít strojové sázení. Na jeden hektar se v závislosti na zvoleném sponu vysází 7 000 až 20 000 řízků. Optimální vzdálenost řízku v řádku je okolo 0,5 m a vzdálenost mezi řádky je závislá na typu mechanického prostředku pro následující kultivaci půdy. V praxi je vzdálenost mezi řádky 2 až 3 m. Ať už se řízky sázejí ručně nebo strojově, nejdůležitější je, aby byly v půdě zapíchny až po první pupen a zemina kolem nich přitlačena.

3.6.2 Ochrana před zvěří

Zvěř okusuje dřevinu po obvodu plantáže a tím vznikají nezanedbatelné škody. Plantáž se před zvěří dá chránit několika způsoby. Nejspolehlivější je oplocení. Takovéto řešení je nákladné, avšak v silně zazvěřených lokalitách se investice vyplatí.

3.6.3 Kultivace půdy

Po výsadbě řízků roste plevel rychleji než dřevina a je nutné plantáž pravidelně odplevelovat. Mezi řádky, pokud to spon mezi dřevinami umožní, je možné použít mechanizaci, např. plečky nebo rotační kultivátor. Odplevelování by se mělo provádět do té doby, než dřevina zastíní půdu a zabrání tím nadměrnému růstu plevelu.

3.6.4 Hnojení

V České republice vzhledem ke snaze investorů snižovat náklady na minimum, není ve zvyku plantáže RRD přihnojovat. V zahraničí je přihnojování samozřejmostí, zvláště pokud je plantáž založena na chudším stanovišti. Jak uvádí Kintl a kol (2013) pro zajištění vysoké produkce je doporučeno přihnojování od druhého roku po založení plantáže a to až 100 kg čistého dusíku na jeden hektar. Toto přihnojování velice zvyšuje náklady a ohrožuje rentabilitu celého projektu. Jako vhodná alternativa se jeví přihnojování tekutým hnojivem a to ve formě základně předčištěné odpadní vody. Jak Pošta (2005) uvádí: „Dusík se ve vodách vyskytuje především v amoniakální formě (NH_4^+), dále v dusíkaté formě (NO_2^-) a dusičnanové formě (NO_3^-).“

RRD neslouží k výrobě krmiv nebo potravin. Nepředstavují riziko v podobě zanesení těžkých kovů do potravního řetězce. RRD se naopak využívají pro odstranění těžkých kovů z kontaminované zeminy. Díky základnímu předčištění odpadní vody není při použití na plantážích problém se zápachem či hygienou. Evropská unie vydala Nitrátovou směrnicí (91/676/EEC) a směrnicí o kalcích z ČOV (86/278/EEC), které uvádí charakteristiky vody, která může být použita v plantážích RRD. Jednotlivé státy Evropské unie svými vlastními normami definují maximální množství aplikovaných živin a chemických škodlivin. Proto se odpadní voda před použitím na plantáži vždy musí bezpodmínečně předčistit.

Odpadní vodu je při využití k závlaze a hnojení potřeba pravidelně kontrolovat, aby se včas zjistily případné nadlimitní koncentrace nebezpečných látek, které by se mohly

dostat do podzemní vody. Při nadměrném používání odpadní vody může dojít k přesycení půdy živinami. Nadměrné množství dusíku v půdě vede k jeho postupnému průsaku do podzemní vody. Proto je třeba pravidelná kontrola a přizpůsobit hnojení k charakteristice půdy (Kintl a kol, 2013).

V naší zemi není příliš mnoho ideálních lokalit pro založení plantáží RRD. Využívání předčištěné odpadní vody pro závlahu a hnojení je vhodná alternativa pro zajištění konkurenceschopnosti i na lokalitách slabších na živiny nebo vláhu.

Ve Švédsku například využívají porosty RRD primárně k dočišťování odpadní vody z ČOV. Od roku 1997 vzniklo za tímto účelem několik vrbových porostů o rozměrech od 10 do 75 ha (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008).

3.6.5 Ochrana před škůdci

Plantáž je třeba vizuálně kontrolovat na přítomnost hmyzích škůdců anebo houbových chorob. Aby se případné choroby rychle nerozšířily na celou plantáž, doporučuje se ji během výsadby pomyslně rozdělit na jednotlivé sektory, kde budou vsazeny odlišné typy klonů. Proti škůdcům lze rovněž použít chemickou ochranu v podobě vhodných postřiků (Čížek, 2007).

3.6.6 Sklizeň a její technické řešení

Jak bylo uvedeno výše, doba obmýtí je 3 až 6 let. Délku obmýtí ovlivňuje několik faktorů, které je po třetím roce pěstování třeba posoudit. Za základní faktor můžeme označit výnos. Pokud rostliny nedocílily předpokládaných rozměrů, je vhodné prodloužit délku obmýtí. Další faktor, který ovlivňuje délku obmýtí, může být například nízká poptávka po štěpce zapříčiněná mírnou zimou nebo kalamitou v lesích.

Velice důležité je si také uvědomit, že výroba štěpky je limitována samotnou velikostí kmene a při dobrém každoročním přírůstu zbytečně neprodlužovat délku obmýtí. Zpracování na štěpku by se mohlo nepříjemně prodražit.

Sklizeň probíhá v období, kdy je v biomase nejméně vody, tedy zhruba od konce listopadu až do konce února a měla by být ukončena před začátkem rašení.

Vhledem k velice malé výměře, na které jsou RRD vysázeny, nejsou v České republice k dispozici žádné mechanizované stroje určené ke sklizni. Doposud se plantáže sklízely

pomocí křovinořezu nebo motorové pily, záleží na tloušťce materiálu. Při sklizni se musí dbát na šetrnost ke sklizené rostlině, aby nebyla ohrožena regenerace na pařezu a následující sklizeň. První sklizeň je vždy z hlediska vytěžené hmoty nejslabší (Čížek, 2007).

3.6.7 Životnost plantáže a legislativa

Životnost plantáže se v praxi pohybuje mezi 15 až 20 lety. Po překročení této doby rostliny neumírají, ale produkce plantáže se začne strmě snižovat a hospodaření se nevyplácí. Při délce obmýti 3 let se dřeviny sklízí minimálně 5 krát.

Legislativa České republiky v zákoně č. 334/1992 Sb., který byl novelizován v roce 2015 a účinný od 1. 4. 2015 udává, že zemědělskou půdu lze využívat maximálně 30 let jako výmladkovou plantáž. Po uplynutí této doby musí být do roka po ukončení poslední sklizně uvedena plantáž do stavu, v kterém může být dále využívána jako zemědělská půda. To znamená odstranit pařezy a půdu rekultivovat. Po dobu nejméně 3 let, musí být půda využívána jiným způsobem než jako plantáž RRD.

3.6.8 Likvidace plantáže

Jak již bylo zmíněno, plantáž RRD se po ukončení poslední sklizně musí do roka uvést do stavu, kdy je připravená k dalšímu zemědělskému využití. Na stav půdy, na které se 15 až 20 let (teoreticky až 30 let) pěstovaly RRD, má vliv několik faktorů. Mezi nejdůležitější faktory zařazujeme úrodnost půdy, objem a způsob hnojení.

Jak píše Celjak (2007): „Po poslední sklizni mohou být k odstranění pařezků a části kořenového systému využity následující způsoby:

- Likvidace pařezků a částečně i kořenů pomocí rotačního kladivového rozbíječe neseného v tříbodovém závěsu traktoru
- Vytrháním pomocí rozrývače neseného na pásovém dozeru nebo grejdu a odvoz dopravní technikou s kontejnerovou nástavbou na skládku. Stroje mají možnost pracovat v hloubce až 30 - 50 cm.“

Po ukončení poslední těžby by se měla plantáž zlikvidovat co možná nejdříve. Je třeba, aby byly kořeny odstraněny minimálně do hloubky 20 až 30 cm po celé ploše plantáže. Pokud se kořeny z plantáže neodstraní do této hloubky, je velice pravděpodobné, že obnoví svůj růst.

3.7 Přínos RRD z neekonomického hlediska

Lidská činnost v posledních desetiletích velice devastovala naši krajinu. Intenzivní zemědělství se negativně podepsalo nejen na biodiverzitě v krajině, ale i na zemědělství. V dobách komunismu se v 50. a 60. letech 20. století velice razantně snížila heterogenita krajiny vlivem kolektivizace. Krajina přišla o remízky, staré úvozové cesty lemované keři a ovocnými stromy, a snížila se skladba pěstovaných plodin. Od roku 1990 se dbá na její ochranu a revitalizaci (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008).

Plantáže RRD mohou sloužit jako biokoridor pro migraci fauny, zvyšují biodiverzitu, ochlazují krajinu, zabraňují erozi půdy, zvyšují malý vodní cyklus v krajině, revitalizují půdu atd. Kořeny prorůstají i v mechanikou ztuhlé půdě a tak jí dokáží provzdušnit a nakypřit (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008). Tlející listí zvyšuje podíl organické hmoty v půdě. To je vhodné pro drobnou půdní faunu bezobratlých, která je zdrojem potravy větších zvířat. Plantáž také poskytuje přirozené útočiště pro přirozené predátory. Např. ptáky, pavouky, brouky. Obzvláště ptáci zde nacházejí dostatek prostoru pro hnízdění (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2009).

RRD svým růstem v krajině vytváří řadu sekundárních činností, z kterých jsou nejvýznamnější následující:

- snižování CO₂
- produkce kyslíku
- zlepšení tepelného a vlhkostního režimu prostředí
- snížení prašnosti a hlučnosti

3.8 Dotace

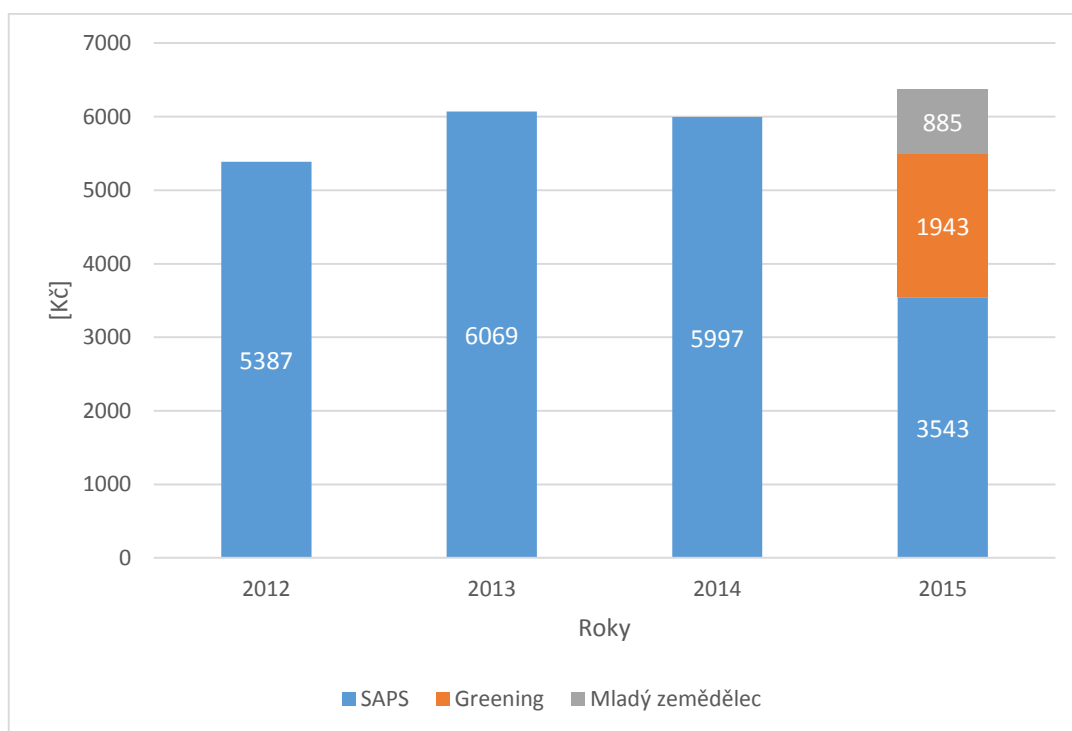
Při založení plantáže RRD není potřeba vyjímat půdu ze zemědělského půdního fondu a při dodržení podmínek lze i právě na pěstování RRD čerpat zemědělské dotace.

3.8.1 SAPS

Anglicky Single Area Payment Scheme znamená v češtině jednotná platba na plochu zemědělské půdy, je to nejrozšířenější evropská zemědělská dotace. Hlavním úkolem SAPS je zabezpečit zemědělcům stabilní příjmy. Podmínky pro získání této dotace jsou v plném znění uvedeny v nařízení vlády pro přímé platby č. 50/2015 Sb., které je v souladu s předpisy Evropské unie. Jedna ze základních podmínek pro vyplacení dotace

je minimální výměra 1 ha a řádné obhospodařování zemědělské půdy. SAPS jsou vypláceny z balíčku peněz z Evropské unie. Nyní společná zemědělská politika (EU) stanovila nové podmínky ve vyplácení přímých plateb. Tyto podmínky snížily objem peněz na SAPS. Minulý rok činil objem peněz asi 21 miliard, letošní rok už pouze 12,5 miliard korun. Zemědělci ale o peníze nepřijdou. Celkový objem peněz na dotace se nezměnil, jen se jinak přerozděluje mezi nové programy jako je například greening nebo mladý zemědělec (Ministerstvo zemědělství, 2015).

Při sečtení dotací (SAPS + greening + mladý zemědělec) dostaneme na hektar obhospodařované půdy při splnění podmínek 6 371 Kč. Za rok 2014 činila dotace SAPS 5 997 Kč/ha a za rok 2013 to bylo 6 068 Kč/ha. Jak je názorně vidět v grafu, nové podmínky pro vyplácení přímých plateb nejsou pro zemědělce ztrátové.



Graf 2: Vývoj dotací SAPS v České republice

Zdroj: Vlastní

3.8.2 GREENING

Neboli povinné ozelenění je forma dotace, kterou nově vypisuje Ministerstvo zemědělství. Zemědělci jsou touto platbou motivováni k plnění podmínek zemědělských postupů příznivých pro klima a životní prostředí. Greening se nevyplácí zemědělci automaticky. Právo na něj mají jen ti zemědělci, kteří pěstují rozdílné druhy plodin, dodržují stanovenou výměru trvalých travních porostů a mají plochy pro tzv. ekologický zájem. To jsou plochy, které například slouží jako krajinné prvky, zalesněné plochy atd. Základní pravidla greeningu vyplývají z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) pro přímé platby č. 1307/2013 a jeho prováděcích předpisů.

Z národní obálky (množství peněz na jeden rok) jde na greeningovou dotaci více jak jedna čtvrtina peněz, tedy 30 %. Greening stejně jako SAPS je podmíněný k podání jednotné žádosti a je vyplácen podle plochy (Ministerstvo zemědělství, 2014)

Na konci roku 2015, konkrétně 2. 12. 2015 byla zveřejněná výše greeningové dotace. Ta činí 1 943 Kč/ha. Při sečtení se SAPS (3 543 Kč/ha) tyto dvě dotace dohromady činí 5 486 Kč/ha (Ministerstvo zemědělství, 2015).

Pro získání greeningové dotace se při pěstování RRD na výmladkových plantážích nesmí používat minerální hnojiva a přípravky na ochranu rostlin. Za účelem kontroly této podmínky jsou právnické i fyzické osoby povinny vést evidenci hnojiv a přípravků na ochranu rostlin v souladu se zákonem č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech. Rostliny musí být ve schváleném seznamu RRD (Ministerstvo zemědělství, 2015).

3.8.3 Mladý zemědělec

Mladý zemědělec je podpora začínajícím zemědělcům. Právo na ni mají ti, kteří mají nárok na SAPS. Vyplácí se po dobu maximálně pěti let. Lze ji uplatnit na výměru půdy o rozloze nepřevyšující 90 hektarů. Za mladého zemědělce se považuje osoba, která není starší 40 let (Ministerstvo zemědělství, 2015b)

3.9 Základní vztahy pro potřebné výpočty

Nyní budou popsány vzorce, které mohou složit pro výpočet potřebných dat.

3.9.1 Výpočet spotřeby řízků na 1 hektar v kusech

$$P_{\dot{r}} = \frac{10000}{b * l}$$

kde:

b vzdálenost řad od sebe (m)

l vzdálenost stromů v řadách (m)

Jeden pracovník dokáže ručně zasadit za hodinu 300 řízků. Při zhoršených podmínkách se počet řízků sníží zhruba na polovinu (Celjak, 2007).

3.9.2 Množství řízků vysázených strojem za směnu

$$M_s = \frac{1000 * v * T * k_{\dot{c}} * n}{l}$$

kde:

v pracovní rychlost traktoru (km/h)

T doba pracovní směny (h)

$k_{\dot{c}}$ koeficient časového využití

n počet sázecích mechanismů (ks)

l vzdálenost mezi řízků v řadě (m) (Celjak, 2007)

3.9.3 Výnos klonu na hektar za rok v sušině

$$Y_d = W_W * \frac{D}{N_p} * \frac{N_{ha}}{N_{yr}} * \frac{1}{C}$$

kde:

Y_d výnos klonu na hektar za rok v sušině (t(suš.)/ha/rok)

W_W surová hmotnost všech živých jedinců na plantáži (kg(sur.))

D podíl sušiny v surové hmotnosti vzorku (%)

N_p počet jedinců vysázených na plantáži (ks)

N_{ha} počet jedinců přepočtený na hektar (hustota výsadby) (ks/ha)

N_{yr} počet roků v obmýtí (roky)

C koeficient k přepočtu hmotnosti z polních jednotek na kalkulované (1000)

(Celjak, 2007)

4. Metodika

Bude provedena kalkulace nákladů a výnosů plantáže RRD. Vzhledem k tomu, že data týkající se výtěžností plantáží pro jednotlivé dřeviny po dobu jejich životnosti nejsou přesně známá, tak budou dopočítána. K výpočtu bude využita typická výnosová křivka pro plantáže RRD, vypracovaná ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, veřejná výzkumná instituce se sídlem v Průhonicích (dále VÚKOZ).

Data pro topolovou plantáž (Max-4) budou získána z VÚKOZ na plantáži Peklov (u Kladna). Pokud hodnoty z plantáže Peklov nebudou odpovídat typické výnosové křivce, bude provedeno zprůměrování a teoretický dopočet.

Pokud opět nebudou známá data výnosů konkrétní vrbové plantáže, bude využito dat, které uvádí VÚKOZ z pokusu u obce Deštná. Postup výpočtů bude obdobný jako u topolové

Data pro výpočet výnosnosti paulovniové plantáže budou získána z plantáže nacházející se v Bulharsku. Tato data budou ponížena na základě hodnot udávaných pro Českou republiku, které uvádí ZENERGO Paulownia s.r.o. Pro výpočet výnosnosti po celou dobu životnosti plantáže budou opět data teoreticky dopočítána podle typické výnosové křivky pro plantáže RRD.

Náklady na jednotlivé pěstební a těžební práce, jako je například: příprava půdy, výsadba nebo sklizeň, budou získány z plantáže Štěnovice a z normativů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. Režie budou brány taktéž podle plantáže Štěnovice.

Ceny řízků topolu a vrby budou získány z VÚKOZ. Ceny sazenic paulovnií budou získány z internetových zdrojů. Pokud budou tyto zdroje uvádět nějaké cenové rozmezí, bude pro výpočty zvolena nejnižší cena. Pro všechny dřeviny bude kalkulováno s osmi tisíci kusy na hektar.

Výše možných dotací budou získány z internetových stránek Ministerstva zemědělství. Vzhledem k nejasnosti výše budoucích dotací bude kalkulováno se současnou výší dotace i pro následná období. Dotace se bude skládat z dotace SAPS a Greening, které pro rok 2015 činní 5 486 Kč.

Po získání těchto základních informací bude proveden součet předpokládaných výnosů komparovaných dřevin za 18 let jejich životnosti na ploše jednoho hektaru.

Pro přepočítání vytěžené biomasy na peněžní jednotku bude použit jednoduchý vzoreček:

$$a = b * c * d,$$

kde:

a	očekávaný výnos	(Kč)
b	váha štěpky	(t)
c	výhřevnost	(Gj/t)
d	cena energie	(150 Kč/Gj)

Výsledné hodnoty budou komparovány v přehledných tabulkách a grafech a následně dojde k vyhodnocení výhodnosti jednotlivých RRD. Komparace bude provedena pomocí poměrových ukazatelů (rentabilita nákladů a výnosů) a pomocí kumulativních výsledků hospodaření jednotlivých plantáží za jednotlivá obmýtí.

5. Výsledky

V této části provedu analýzu a následnou komparaci konkrétních RRD. Budu porovnávat paulovnici s japonským topolem J – 104 a vrbou z ekonomického hlediska. Bude porovnána výtěžnost z jednoho hektaru plantáže jednotlivých RRD i celkové náklady od založení plantáže až po její likvidaci.

5.1 Topolový klon Max-4 (J - 105)

V roce 2003 byl zahájen pokus na zjištění vlivu délky obmýetí na celkové výtěžnosti. Pokus byl proveden na plantáži Peklov (u Kladna).

Mimo jiné bylo prokázáno, že rychlost přírůstu snižuje některé náklady. Rozvětvená koruna stíní plevelu a vytváří příznivé klima pro růst porostu jako celku (Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2009).

5.1.1 Rozdělení plochy

Pokus byl proveden na 0,51 ha zemědělské půdy, která se rozdělila na třetiny. V každé třetině (0,17 ha) byla rozdílná doba obmýetí viz tabulka č. 3.

Tabulka 3: Rozdělení plochy s délkou obmýetí

	Rozloha (ha)	Délka obmýetí (roky)	Počet sklizní za sledované období
Peklov - A	0,17	1	6
Peklov - B	0,17	3	2
Peklov - C	0,17	6	1

zdroj: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2009

5.1.2 Naměřené výsledky

V následující tabulce č. 4 je patrné, že výnos roste se zvyšující se dobou obmýetí. Při šestileté době obmýetí byl výnos nejvyšší.

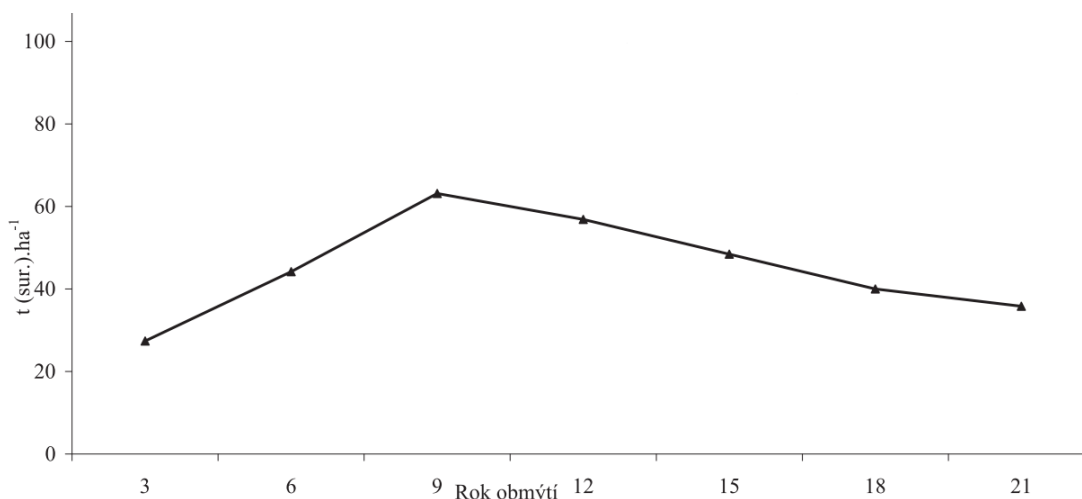
Tabulka 4: Naměřené výsledky

	Rok měření	2003	2005	2008	průměr
	Pokusné roky	1.	1.-3.	4.-6.	
Výnos (t(suš.)/ha/rok)	Peklov - A	6,1	5,3	6,2	5,6
	Peklov - B		10,4	8,4	9,3
	Peklov - C			11,7	11,7

Zdroj: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2009

5.1.3 Odhadovaný výnos °topolové plantáže za celou dobu její životnosti

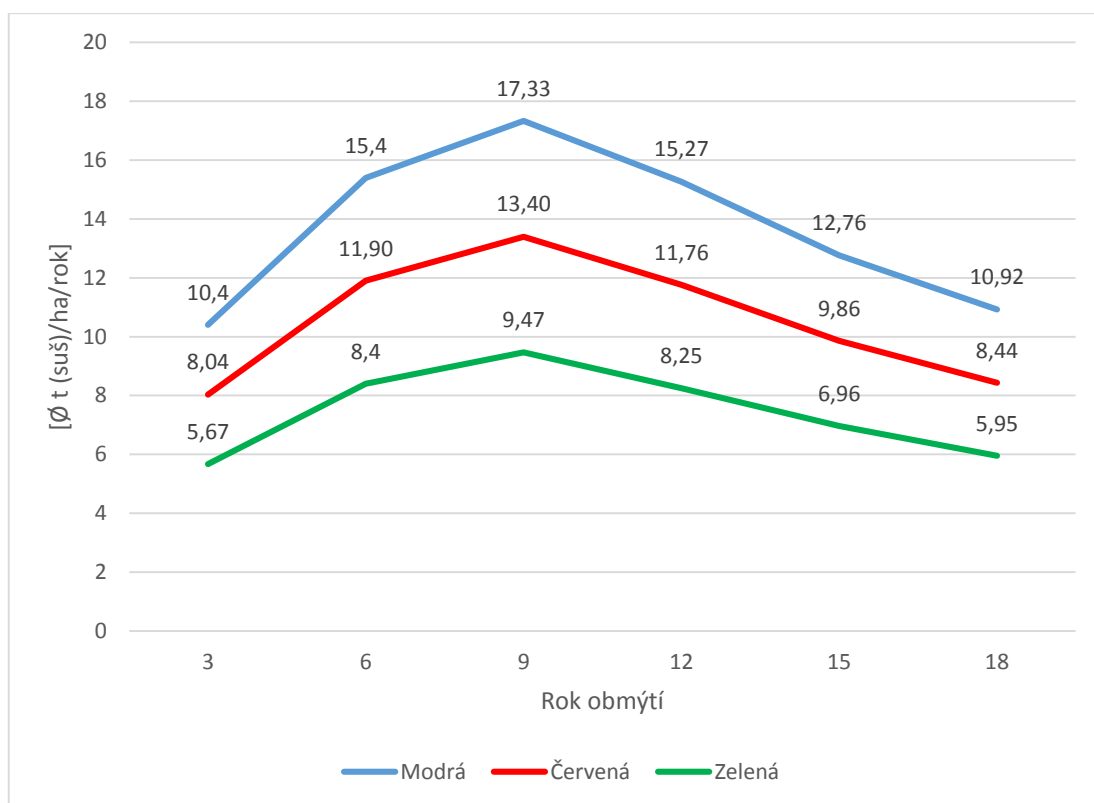
Vzhledem k tomu, že v České republice nebyla žádná topolová plantáž pěstována až dokonce její životnosti, byly vzaty hodnoty z výše zmíněného pokusu a teoreticky vypočítány zbývající průměrné hodnoty pro 3 leté obmýty. Pro tento teoretický výpočet byla použita typická výnosová křivka pro plantáže RRD.



Graf 3: Typická výnosová křivka pro plantáže RRD

Zdroj: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008

Životnost byla jednotně stanovena pro všechny komparované plantáže na 18 let. Vzhledem k malému množství dat, jež byly naměřeny ve výše zmíněném pokusu a to v prvním obmýtí 10,4 t(suš.)/ha/rok a ve druhém obmýtí 8,4 t(suš.)/ha/rok, byly vypočítány dvě teoretické výnosové křivky pro zbývající obmýty. Tyto křivky se od sebe velice lišily. Ve druhém měřeném obmýtí výnos, navzdory předpokladu, jež udává typická výnosová křivka, klesl. Tato nesrovnalost byla vyřešena zprůměrováním obou křivek v následujícím grafu č. 4.



Graf 4: Teoretické výnosové křivky topolu (J – 105)

Zdroj: Vlastní

Pro výpočet modré křivky byla použita jako výchozí hodnota 10,4 t(suš.)/ha/rok z prvního měřeného obmýtí. Pro výpočet zelené křivky byla použita výchozí hodnota z druhého měřeného obmýtí 8,4 t(suš.)/ha/rok. Rozdíl byl téměř dvojnásobný. Červená křivka značí průměr obou těchto křivek. Pro další výpočty budou využity právě tyto průměrné hodnoty, které zobrazuje červená křivka.

5.2 Výnosnost domácích vrb a jejich přírodních kříženců

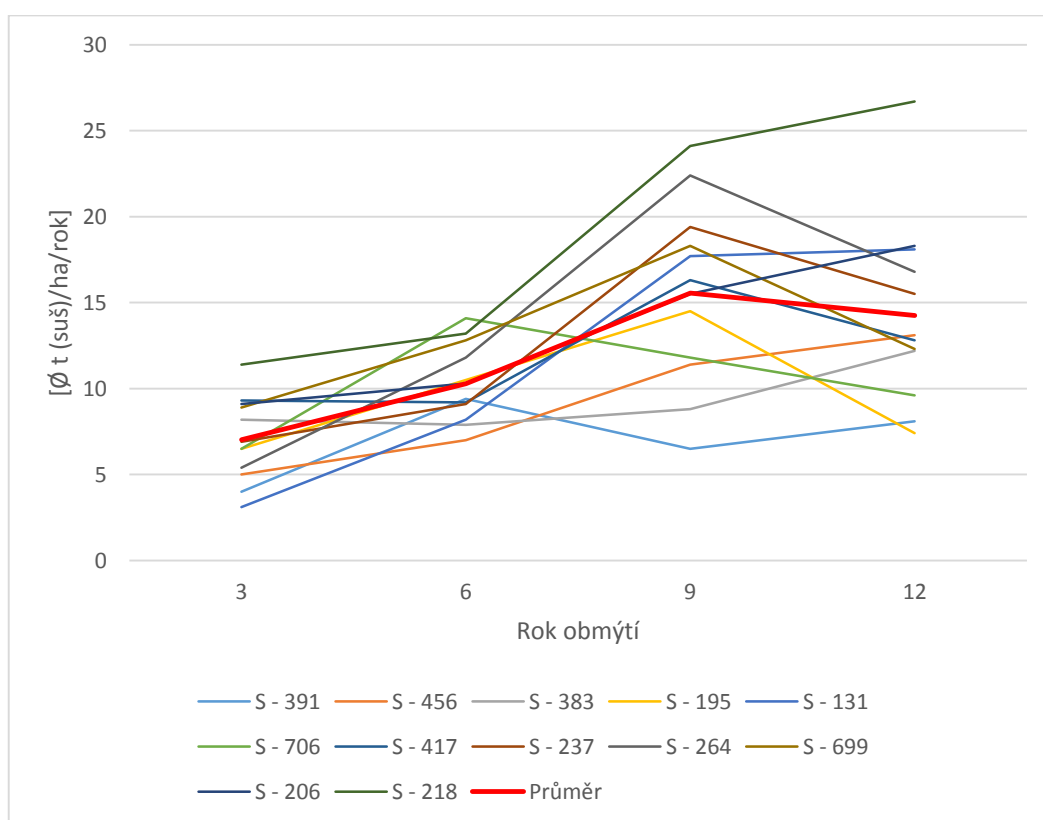
V roce 1996 byl zahájen pokus pro zjištění výnosnosti domácích vrb a jejich přírodních kříženců. Pokus byl založen na okraji intravilánu obce Deštná u Dačic. Z tohoto pokusu je názorně vidět, jak je důležité zvolit vhodný klon pro danou lokalitu. Jednotlivé výnosy vybraných vrb se od sebe značně odlišují. Hodnoty výnosů v tunách sušiny na hektar jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Výnos vybraných vrb v tunách sušiny na hektar

Vrby	Rok obmýetí			
	3	6	9	12
S - 391	4,0	9,4	6,5	8,1
S - 456	5,0	7,0	11,4	13,1
S - 383	8,2	7,9	8,8	12,2
S - 195	6,5	10,5	14,5	7,4
S - 131	3,1	8,2	17,7	18,1
S - 706	6,5	14,1	11,8	9,6
S - 417	9,3	9,2	16,3	12,8
S - 237	6,9	9,1	19,4	15,5
S - 264	5,4	11,8	22,4	16,8
S - 699	8,9	12,8	18,3	12,3
S - 206	9,1	10,3	15,5	18,3
S - 218	11,4	13,2	24,1	26,7
Průměr	7,03	10,29	15,56	14,24

Zdroj: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2011

V grafu č. 5 je názorně vidět výnosová rozdílnost vybraných vrb. Výnosnost pozorovaných vrb je znázorněna na jeden hektar plantáže v průběhu 12 let.



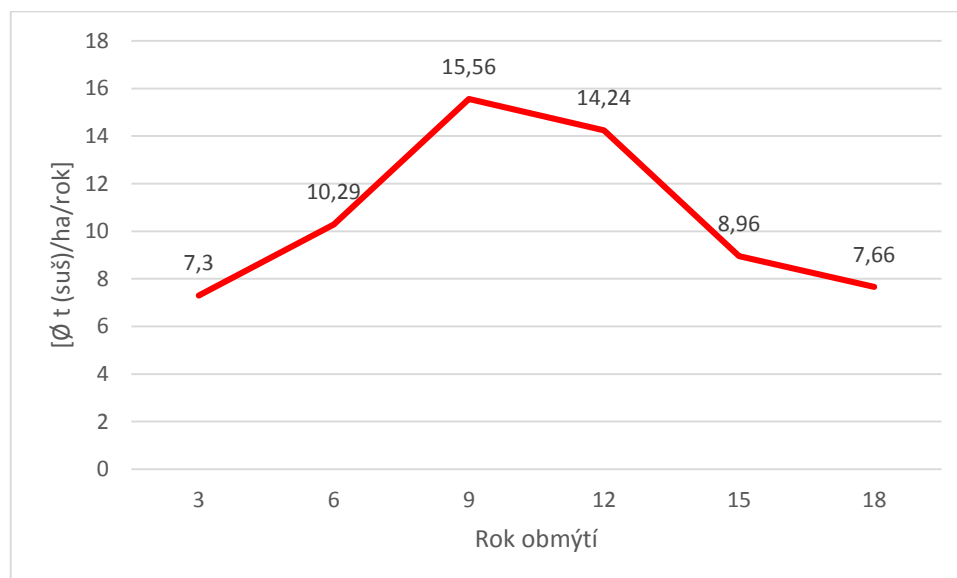
Graf 5: Výnos vybraných klonů vrb

Zdroj: Vlastní

Životnost vrbové plantáže je velice podobná životnosti topolové. Stejně jako u topolové plantáže nejsou ani u vrbové data popisující výnosnost po celou dobu její životnosti. Data výnosnosti (t(suš.)/ha/rok) se proto získala podobným způsobem jako data pro topolovou výnosnost.

5.2.1 Průměrná výnosnost vrbové plantáže

Jelikož se pokus u obce Deštná uskutečnil na malé výměře plantáže (700 m²) a přepočítání na t(suš.)/ha/rok může být zatíženo některými nepřesnostmi (nahodilé vlivy, přepočítání z relativně malého počtu jedinců atd.) byly pro výpočet využity průměrné hodnoty všech 12 vrb. Tyto průměrné hodnoty jsou vypočítány ve spodní části tabulky č. 5. V grafu č. 6 jsou tyto hodnoty znázorněny. Hodnota 8,96 a 7,66 t(suš.)/ha/rok byla opět dopočítána pomocí typické výnosové křivky pro plantáže RRD.



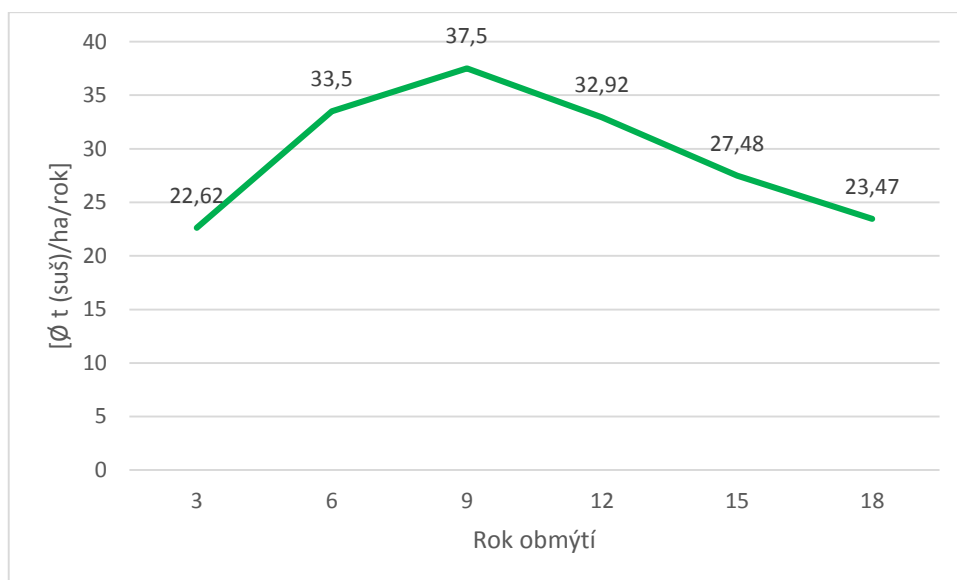
Graf 6: Průměrný výnos vrbové plantáže

Zdroj: Vlastní

5.3 Výnosnost paulovniové plantáže

Paulovnie zatím není pro pěstování ve výmladkových plantážích v České republice certifikována. Z toho důvodu v České republice neexistuje žádná testovací plantáž. Její šlechtění stále probíhá. Pro komparaci s topoly a vrbami byla použita základní data udávána z plantáže nacházející se v Bulharsku. Tato data výnosnosti byla ponížena na základě hodnot udávaných pro Českou republiku, které uvádí ZENERGO Paulownia s.r.o.

Pro výpočet výnosnosti plantáže po dobu její životnosti byla opět data teoreticky dopočítána podle typické výnosové křivky pro plantáže RRD. Výchozí výnosová hodnota v prvním obmýtí byla 22,62 t(suš.)/ha/rok. V grafu č. 7. jsou znázorněny teoreticky dopočítané výnosy pro paulovnií.



Graf 7: Předpokládaný průměrný výnos plantáže paulovnií

Zdroj: Vlastní

5.4 Celkové výnosy a náklady komparovaných RRD

5.4.1 Celkové výnosy komparovaných dřevin

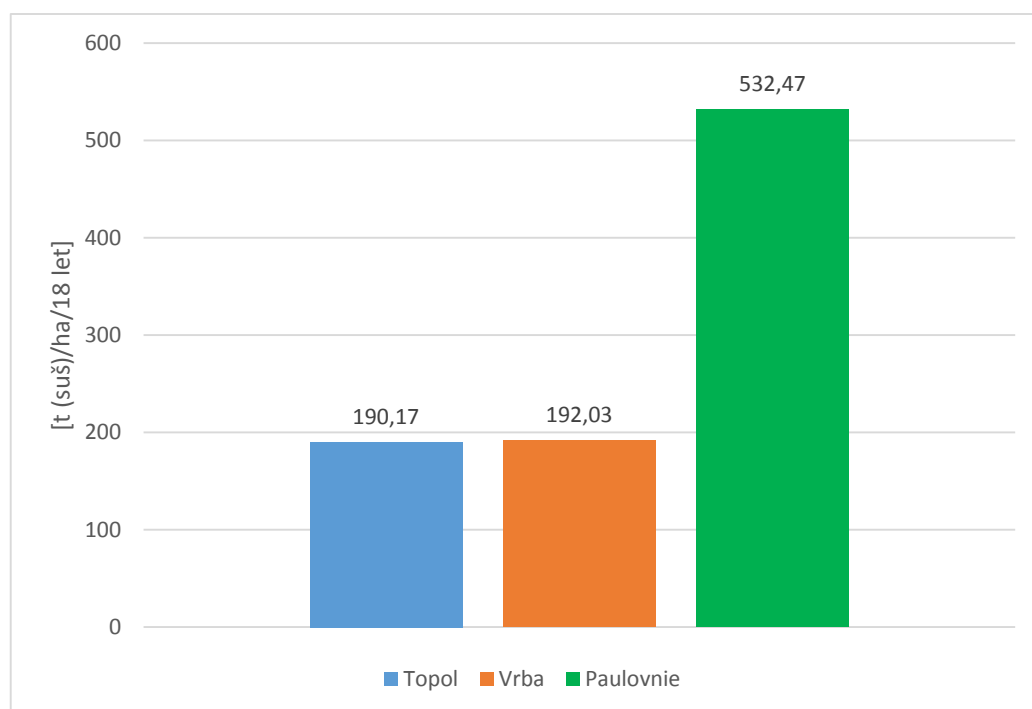
Jak již bylo zmíněno výše v kapitole 5.1.3, pro komparaci byla zvolena jednotná životnost plantáží RRD na 18 let. Během této životnosti se uvažuje pravidelné tříleté obmýtí, které se během 18 let provede celkem šestkrát.

Topol během 18-ti leté životnosti plantáže dosahuje v průměru na rok výnosnost 10,57 t(suš.). Při vynásobení to činí 190,17 t(suš) pro celou dobu životnosti.

Vrba během 18-ti leté životnosti plantáže dosahuje v průměru na rok výnosnost 10,66 t(suš.). Při vynásobení to činí 192,03 t(suš). Tento výsledek dokazuje, že není potřeba vysazovat nepůvodní druh vyšlechtěných topolů, protože vyšlechtěné domácí vrby vykazují srovnatelné výnosy dřevěné hmoty.

Paulovnie během 18-ti leté životnosti plantáže dosahuje v průměru na rok výnosnost 29,58 t(suš). I přes provedené ponížení výnosnosti Bulharské plantáže mohou být skutečné hodnoty nižší než teoreticky vypočítané, avšak výnosová převaha, která je zhruba trojnásobná, předurčuje výrazně vyšší výnosnost vůči topolu a vrbě i v našich podmínkách. Celková výnosnost za 18 let činí 532,47 t(suš).

V grafu č. 8. jsou celkové předpokládané výnosnosti komparovaných dřevin názorně zobrazeny.



Graf 8: Celková předpokládaná výnosnost komparovaných dřevin v tunách sušiny na hektar za 18 let

Zdroj: Vlastní

5.4.2 Náklady a výnosy topolové plantáže

V tabulce č. 6 byly propočítány předpokládané vynaložené náklady od založení plantáže až po její odstranění a uvedení pozemku do původního stavu. Pro každý rok existence plantáže je v tabulce uvedena operace, která by měla být na plantáži vykonána, a její cena. Ceny operací byly získány z plantáže Štěnovice a z normativů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu.

Nejvyšší náklady jsou v prvním roce života plantáže, kde se do nákladů nejvíce promítá cena sadebního materiálu a cena práce na samotnou sadbu. Při započtení nákladů ve třetím roce na sklizeň je součet nákladů v prvním obmýetí nejvyšší. Druhé až páté obmýetí je vzhledem k výši nákladů příznivé. V šestém, posledním obmýetí, se do nákladů promítá finančně náročné odstranění plantáže. Z tohoto důvodu je poslední obmýetí nákladově druhé nejdražší. Grafické znázornění předpokládaných nákladů, výnosů a výnosů s dotací, pro každé obmýetí je v grafu č. 9. V tabulce č. 6 jsou též uvedeny očekávané výnosy. V této tabulce jsou také uvedeny dotace pro každý rok. Vzhledem k nejasnosti budoucí výše dotace je počítáno s jednotnou částkou pro všechny roky. Tato částka je součtem dotací SAPS a Greening z aktuálního roku 2015 a činní 5 486 Kč.

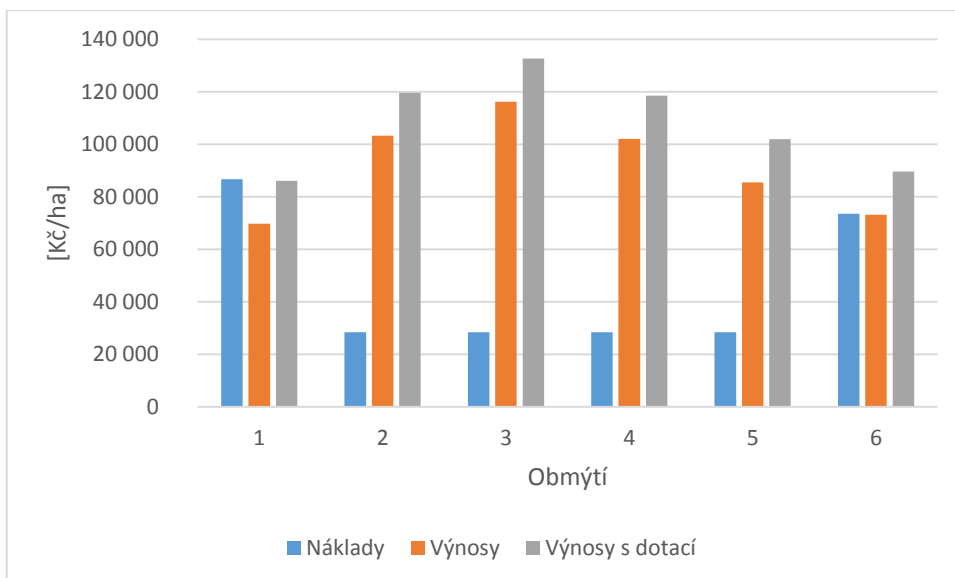
Tabulka 6: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro topolovou plantáž

Obmýetí	Roky	Operace	Náklady [Kč/ha]	Dotace [Kč/ha]	Výnos [Kč/ha]	Výnos s dotací [Kč/ha]
1. obmýetí	1. rok	Příprava půdy (vláčení)	385	5 486		
		Nákup řízků (8 000 Ks)	14 536			
		Výsadba ručně nekvalifikovanými dělníky	17 628			
		Mechanická ochrana	13 622			
		Režijní náklady	961			
		Odplevelení	2 000			
	2. rok	Dosadba řízků (nákup (3 000 ks) + sadba)	12 061	5 486		
		Režijní náklady	769			
	3. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
	CELKEM			86 811	16 458	69 742
2. obmýetí	4. rok	Odplevelení	2 000	5 486		
		Režijní náklady	769			
	5. rok	X	0	5 486		
	6. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
	CELKEM			28 387	16 458	103 290
3. obmýetí	7. rok	Odplevelení	2 000	5 486		
		Režijní náklady	769			
	8. rok	X	0	5 486		
	9. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
	CELKEM			28 387	16 458	116 310

4. obmýtí	10. rok	Odplevelení	2 000	5 486	102 075	118 533
		Režijní náklady	769			
	11. rok	X	0	5 486		
		12. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769			
CELKEM			28 387	16 458		
5. obmýtí	13. rok	Odplevelení	2 000	5 486	85 583	102 041
		Režijní náklady	769			
	14. rok	X	0	5 486		
		15. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769			
CELKEM			28 387	16 458		
6. obmýtí	16. rok	Odplevelení	2 000	5 486	73 214	89 672
		Režijní náklady	769			
	17. rok	X	0	5 486		
		18. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Likvidace plantáže (frézování + velmi hluboká orba)		45 010			
Režijní náklady	961					
CELKEM			73 589	16 458		
CELKEM			273 948	98 748	550 214	648 962

zdroj: Vlastní

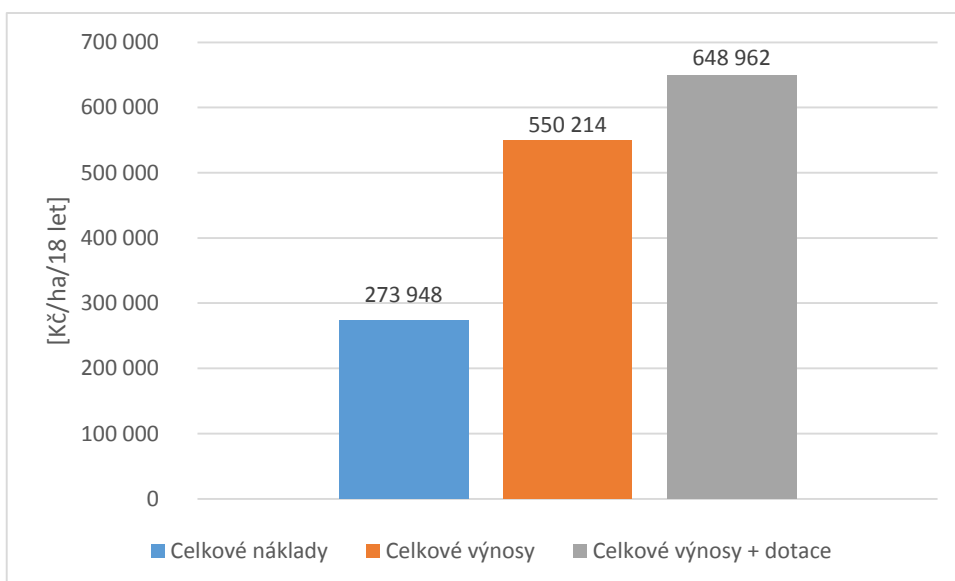
Vybrané hodnoty z výše uvedené tabulky jsou znázorněny v grafu č. 9. Vybranými hodnotami jsou náklady, výnosy a výnosy s dotacemi. Předpokládané náklady jsou nejvyšší v prvním obmýtí, protože jsou vysoké náklady na sadbu. V dalších obmýtích klesnou a v posledním obmýtí opět vzrostou, především z důvodu vysokých nákladů na likvidaci plantáže.



Graf 9: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací topolové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací za celou životnost topolové plantáže jsou graficky znázorněny v grafu č. 10. Hodnoty jsou uvedeny v českých korunách na jeden hektar.



Graf 10: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací topolové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

V tabulce č. 7 jsou uvedeny předpokládané výsledky hospodaření topolové plantáže za jednotlivá obmýtí. Zároveň je uveden předpokládaný kumulovaný výsledek hospodaření. Brány byly výnosy bez dotací.

Tabulka 7: Předpokládaný kumulovaný výsledek hospodaření topolové plantáže

Obmýtí	Výsledek hospodaření	Kumulovaný výsledek hospodaření
1.	-17 069	-17 069
2.	74 903	57 834
3.	87 923	145 757
4.	73 688	219 445
5.	57 196	276 641
6.	-375	276 266

Zdroj: Vlastní

5.4.3 Náklady a výnosy vrbové plantáže

Vrbová plantáž se po ekonomické stránce od topolové liší minimálně. Po nákladové stránce je rozdíl jen v jedné položce, a to v ceně řízku, kde topolový řízek stojí 1,817 Kč a vrbový řízek 2,528 Kč. Rozdíl činí 0,711 Kč. Při počtu 8 000 kusů řízku na 1 hektar je nákup vrbových řízků o 5 688 Kč dražší.

Detailní tabulka pro vrbovou plantáž byla vypracována podle stejné metodiky jako tabulka č. 6. V detailní tabulce č. 8 jsou uvedeny předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací vrbové plantáže pro každé obmýtí. Celkové výnosy s dotací za 18 let dosahují hodnoty 646 034 Kč za hektar, náklady jsou 281 769 Kč.

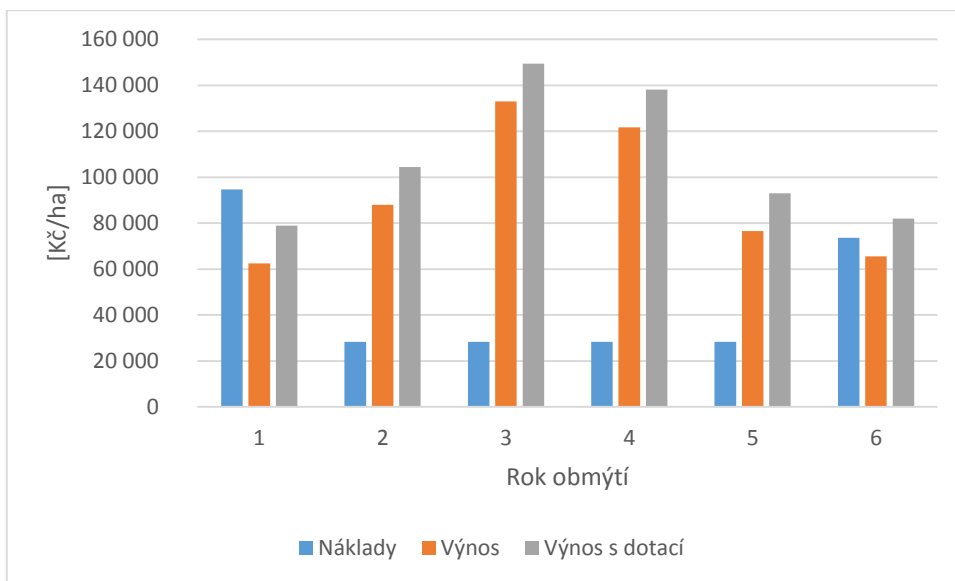
Tabulka 8: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro vrbovou plantáž

Obmýtí	Roky	Operace	Náklady [Kč/ha]	Dotace [Kč/ha]	Výnos [Kč/ha]	Výnos s dotací [Kč/ha]
1. obmýtí	1. rok	Příprava půdy (vláčení)	385	5 486		
		Nákup řízků (8 000 ks)	20 224			
		Výsadba ručně nekvalifikovanými dělníky	17 628			
		Mechanická ochrana	13 622			
		Režijní náklady	961			
		Odplevelení	2 000			
	2. rok	Dosadba řízků (nákup (3 000 ks) + sadba)	14 194	5 486		
		Režijní náklady	769			
	3. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
	CELKEM			94 632	16 458	62 415

2. obmý­tí	4. rok	Odplevelení	2 000		87 980	104 438
		Režijní náklady	769	5 486		
	5. rok	X	0	5 486		
		6. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769	5 486		
CELKEM			28 387	16 458		
3. obmý­tí	7. rok	Odplevelení	2 000		133 038	149 496
		Režijní náklady	769	5 486		
	8. rok	X	0	5 486		
		9. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769	5 486		
CELKEM			28 387	16 458		
4. obmý­tí	10. rok	Odplevelení	2 000		121 752	138 210
		Režijní náklady	769	5 486		
	11. rok	X	0	5 486		
		12. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769	5 486		
CELKEM			28 387	16 458		
5. obmý­tí	13. rok	Odplevelení	2 000		76 608	93 066
		Režijní náklady	769	5 486		
	14. rok	X	0	5 486		
		15. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Režijní náklady		769	5 486		
CELKEM			28 387	16 458		
6. obmý­tí	16. rok	Odplevelení	2 000		65 493	81 951
		Režijní náklady	769	5 486		
	17. rok	X	0	5 486		
		18. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849		
	Likvidace plantáže (frézování + velmi hluboká orba)		45 010			
Režijní náklady	961	5 486				
CELKEM			73 589	16 458		
CELKEM			281 769	98 748	547 286	646 034

Zdroj: Vlastní

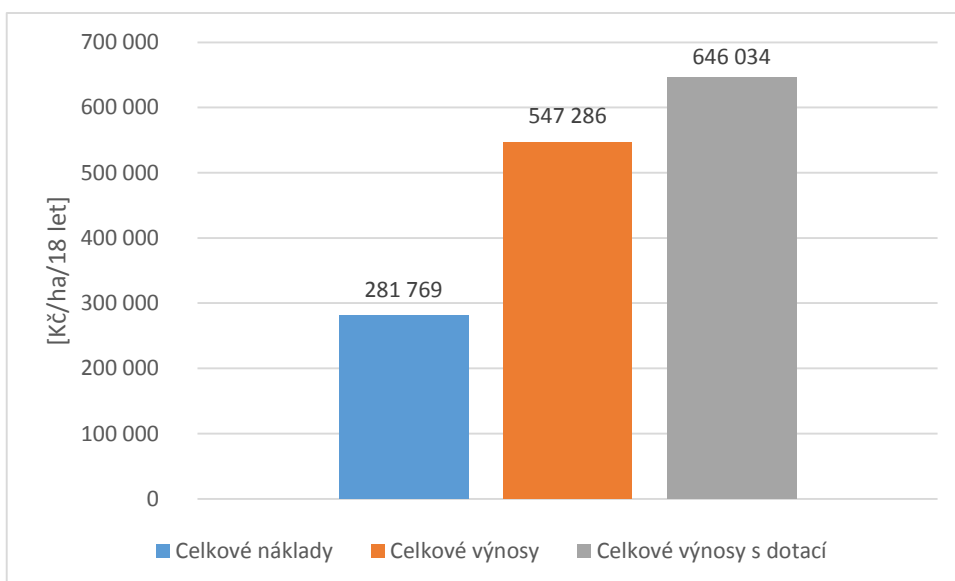
Hodnoty z výše uvedené tabulky jsou graficky znázorněny v grafu č. 11 dle jednotlivých obmý­tí. Průběh předpokládaných nákladů je obdobný jako u topolové plantáže. Liší se pouze v nákupních cenách řízků. Průběh předpokládaných výnosů kopíruje křivku z grafu č. 6.



Graf 11: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací vrbové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

V následujícím grafu č. 12 jsou uvedeny celkové hodnoty pro vrbovou plantáž za 18-ti letou životnost plantáže. Uvedeny jsou předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací. Hodnoty jsou v korunách českých.



Graf 12: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací vrbové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

V níže uvedené tabulce jsou shrnuty výsledky hospodaření za jednotlivá obmýtí. Zároveň jsou uvedeny i předpokládané kumulované výsledky hospodaření. Celkový předpokládaný kumulovaný zisk vrbové plantáže je 265 517 Kč za 18 let.

Tabulka 9: Kumulovaný výsledek hospodaření vrbové plantáže

Obmýtl	Výsledek hospodaření	Kumulovaný výsledek hospodaření
1.	-32 217	-32 217
2.	59 593	27 376
3.	104 651	132 027
4.	93 365	225 392
5.	48 221	273 613
6.	-8 096	265 517

Zdroj: Vlastní

5.4.4 Náklady a výnosy paulovniové plantáže

Drtivou většinu předpokládaných nákladů paulovniové plantáže tvoří nákup sazenic. Cena jedné sazenice se pohybuje od 125 do 250 Kč. Při této ceně se nákup 8 000 kusů sazenic pohybuje od 1 000 000 do 2 000 000 Kč.

Detailní tabulka pro paulovniovou plantáž byla vypracována podle stejné metodiky jako tabulka č. 6. Tabulka č. 10 zobrazuje předpokládané náklady, dotace, výnosy a výnosy s dotací při ceně sazenice 125 Kč. V prvním obmýtl se v nákladech drtivě projevuje cena sazenic. Náklady v ostatních obmýtl se neodlišují od nákladů topolových a vrbových plantážl. Hodnoty z tabulky č. 10 jsou graficky znázorněny v grafu č. 13 a grafu č. 14.

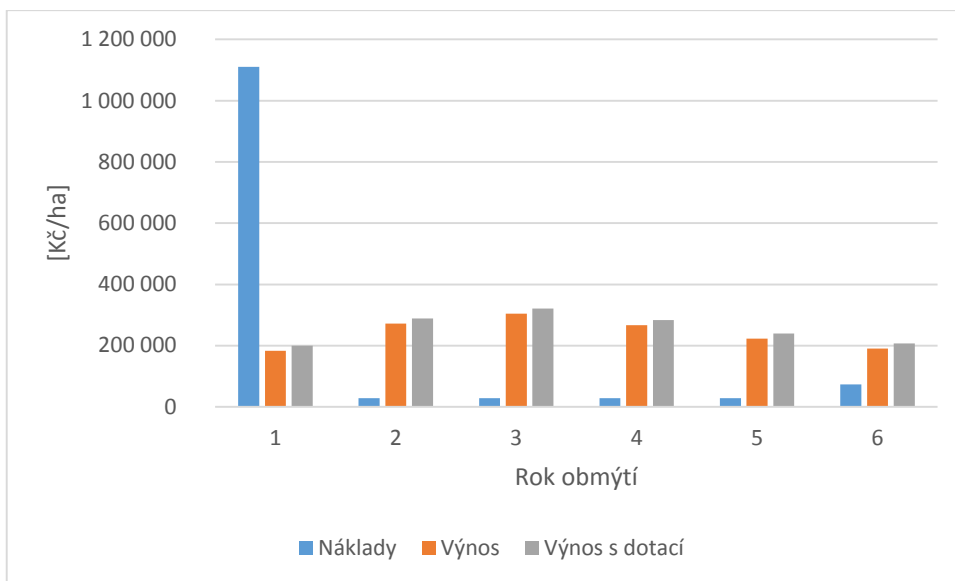
Tabulka 10: Detailní tabulka předpokládaných nákladů, dotací, výnosů a výnosů s dotací pro paulovniovou plantáž

Obmýtl	Roky	Operace	Náklady [Kč/ha]	Dotace [Kč/ha]	Výnos [Kč/ha]	Výnos s dotací [Kč/ha]
1. obmýtl	1. rok	Příprava půdy (vláčení)	385	5 486		
		Nákup rostlin (8 000 Ks)	1 000 000			
		Výsadba ručně nekvalifikovanými dělníky	17 628			
		Mechanická ochrana	13 622			
		Režijní náklady	961			
		Odplevelení	2 000			
	2. rok	Dosadba rostlin (nákup (400 ks) + sadba)	50 881	5 486		
		Režijní náklady	769			
	3. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
	CELKEM			1 111 095	16 458	183 629

2. obmý­tí	4. rok	Odplevelení	2 000	5 486	271 953	288 411
		Režijní náklady	769			
	5. rok	X	0	5 486		
	6. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
CELKEM			28 387	16 458		
3. obmý­tí	7. rok	Odplevelení	2 000	5 486	304 425	320 883
		Režijní náklady	769			
	8. rok	X	0	5 486		
	9. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
CELKEM			28 387	16 458		
4. obmý­tí	10. rok	Odplevelení	2 000	5 486	267 245	283 703
		Režijní náklady	769			
	11. rok	X	0	5 486		
	12. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
CELKEM			28 387	16 458		
5. obmý­tí	13. rok	Odplevelení	2 000	5 486	223 083	239 541
		Režijní náklady	769			
	14. rok	X	0	5 486		
	15. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Režijní náklady	769			
CELKEM			28 387	16 458		
6. obmý­tí	16. rok	Odplevelení	2 000	5 486	190 529	206 987
		Režijní náklady	769			
	17. rok	X	0	5 486		
	18. rok	Sklizeň plantáže + štěpkování	24 849	5 486		
		Likvidace plantáže (frézování + velmi hluboká orba)	45 010			
		Režijní náklady	961			
CELKEM			73 589	16 458		
CELKEM			1 298 232	98 748	1 440 864	1 539 612

Zdroj: Vlastní

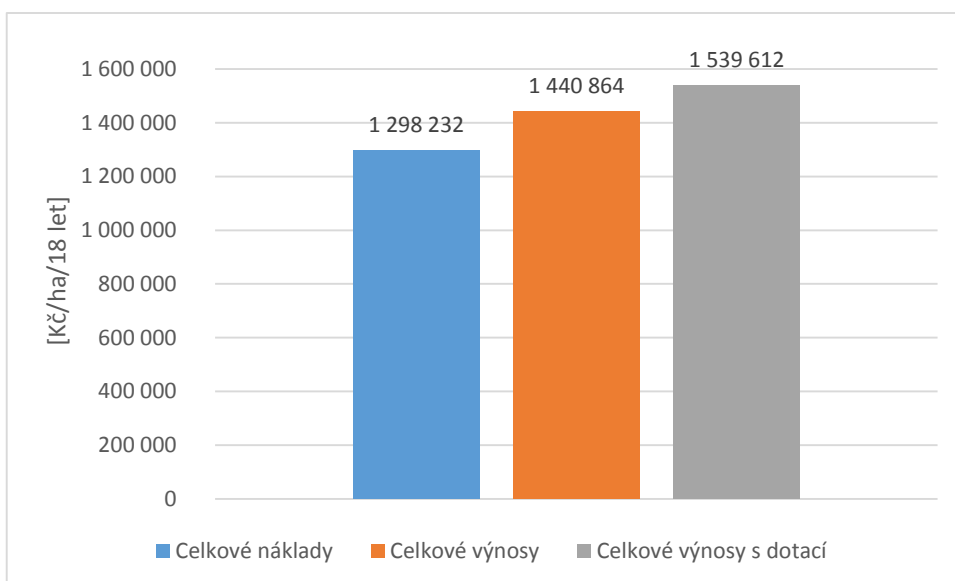
V grafu č. 13 jsou znázorněny hodnoty pro paulovniovou plantáž. Předpokládané náklady jsou v prvním roce obmý­tí mnohonásobně vyšší než v dalších letech. Vyšší nákladů ovlivňuje nákupní cena řízků, která je v současné době 125 Kč.



Graf 13: Předpokládané náklady, výnosy a výnosy s dotací paulovniové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

Předpokládané výnosy s dotací za celou dobu obmýtí dosahují hodnoty vyšší než milion a půl, jak je vidět v následujícím grafu. Předpokládané celkové náklady jsou necelých 1,3 milionu korun.



Graf 14: Předpokládané celkové náklady, výnosy a výnosy s dotací paulovniové plantáže za 18 let

Zdroj: Vlastní

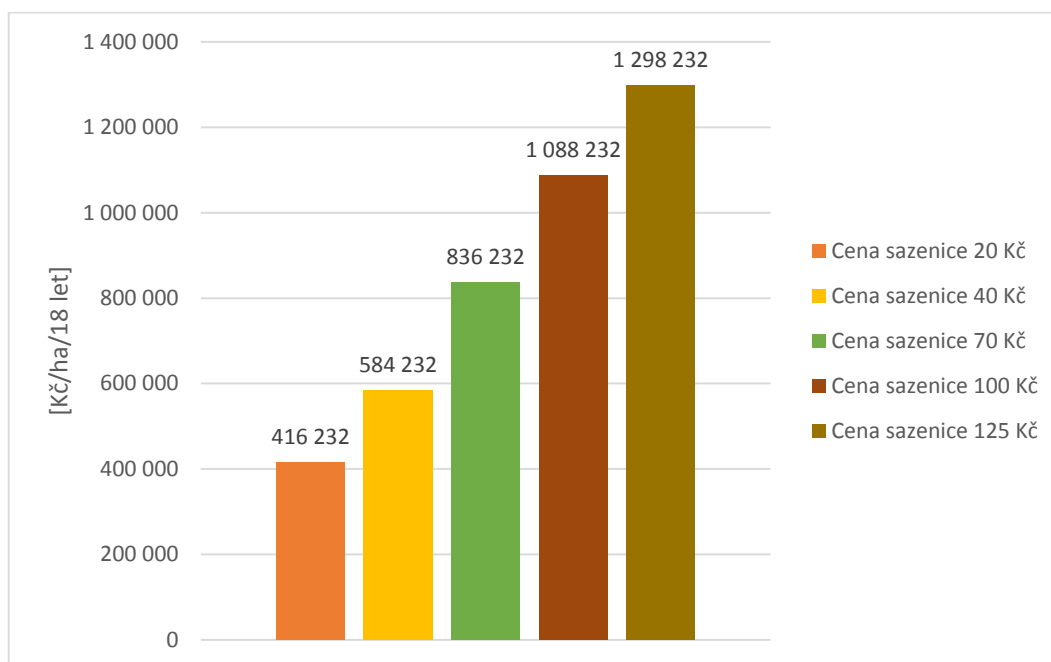
V tabulce č. 11 jsou shrnuty předpokládané výsledky hospodaření a předpokládané kumulované výsledky hospodaření za jednotlivá obmýtí. Kladného kumulovaného výsledku hospodaření se docílí až v pátém obmýtí, což je v 15 roce.

Tabulka 11: Předpokládaný kumulovaný výsledek hospodaření paulovniové plantáže

Obmýtl	Výsledek hospodaření	Kumulovaný výsledek hospodaření
1.	-927 466	-927 466
2.	243 566	-683 900
3.	276 038	-407 862
4.	238 858	-169 005
5.	194 696	25 691
6.	116 940	142 631

Zdroj: Vlastní

V grafu č. 15 je uveden příklad celkových předpokládaných nákladů na plantáž při různých cenách sazenice paulovnie po 18 letou dobu životnosti plantáže.



Graf 15: Celkové předpokládané náklady plantáže pro různé ceny sazenic paulovnie

Zdroj: Vlastní

6. Diskuze

Šlechtitel a pěstitel Petr Hyrš je přesvědčen, že paulovnie by mohly časem v Evropě nahradit dnes pěstované energetické dřeviny, jako jsou japonské topoly či vrby. V České republice tomuto tvrzení zatím brání Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, který nepovoluje vysazovat nepůvodní druhy rostlin.

Z ekonomického hlediska je problémem zatím vysoká cena sazenice paulovnie. Pro srovnatelný zisk s topolovou nebo vrbovou plantáží by cena sazenice musela klesnout na zhruba 110 Kč za kus. Podle mého názoru je prvotní investice do paulovnií i při této ceně příliš vysoká. Riziko, že bude plantáž z nepředvídatelných důvodů poničena, není při výši nákladů na sazenice ve výši 880 000 Kč/ha zanedbatelné.

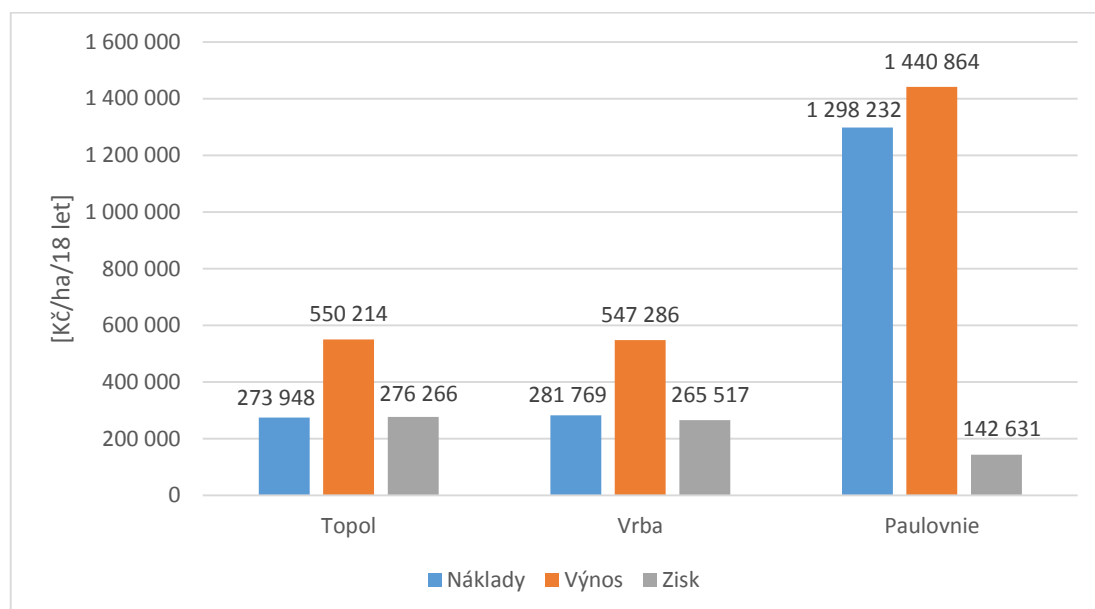
7. Závěr

Komparace RRD dokázala, že pěstování vyšlechtěných domácích vrb může být stejně ekonomicky výhodné jako pěstování vyšlechtěných japonských topolů.

Jak je vidět v níže uvedeném grafu č. 15, topol a vrba mají přibližně stejné předpokládané náklady, rozdíl je 7 800 Kč, tedy necelá 3 %. Předpokládané náklady na paulovnici dosahují oproti topolům a vrbám vysokých hodnot, které jsou více než 4,5 krát vyšší. Jak je výše uvedeno, rozdíl v nákladech je způsoben především prvotními náklady na nákup sazenic paulovnií.

Výnosy topolu a vrby jsou opět velmi podobné. Výnos topolu je oproti vrbě jen o 2 900 Kč vyšší. Naopak paulovnie má výnosy více než 2,5 krát vyšší.

Z výše uvedených hodnot je zřejmé, že zisk topolu a vrby je téměř stejný. Topol je o 10 700 Kč ziskovější než vrba. Vrba a topol jsou tedy přibližně stejně ziskové a záleží na konkrétních klimatických podmínkách, kterým dřevinám se bude více dařit a které budou na konkrétním stanovišti výhodnější. Zisk z paulovnie je oproti předchozím RRD poloviční.



Graf 16: Ekonomická komparace RRD bez dotací za dobu 18 let

Zdroj: Vlastní

Výše uvedené zhodnocení podtrhují spočítané předpokládané rentability nákladů a výnosů. Rentabilita nákladů je poměr výsledku hospodaření dělený náklady, zatímco

rentabilita výnosů je poměr výsledku hospodaření dělený výnosy. Je počítáno s výsledkem hospodaření před zdaněním, protože budoucí daňová sazba je neznámá. Pro ucelenou představu jsou hodnoty spočítaných předpokládaných rentabilit uvedeny v tabulce č. 12

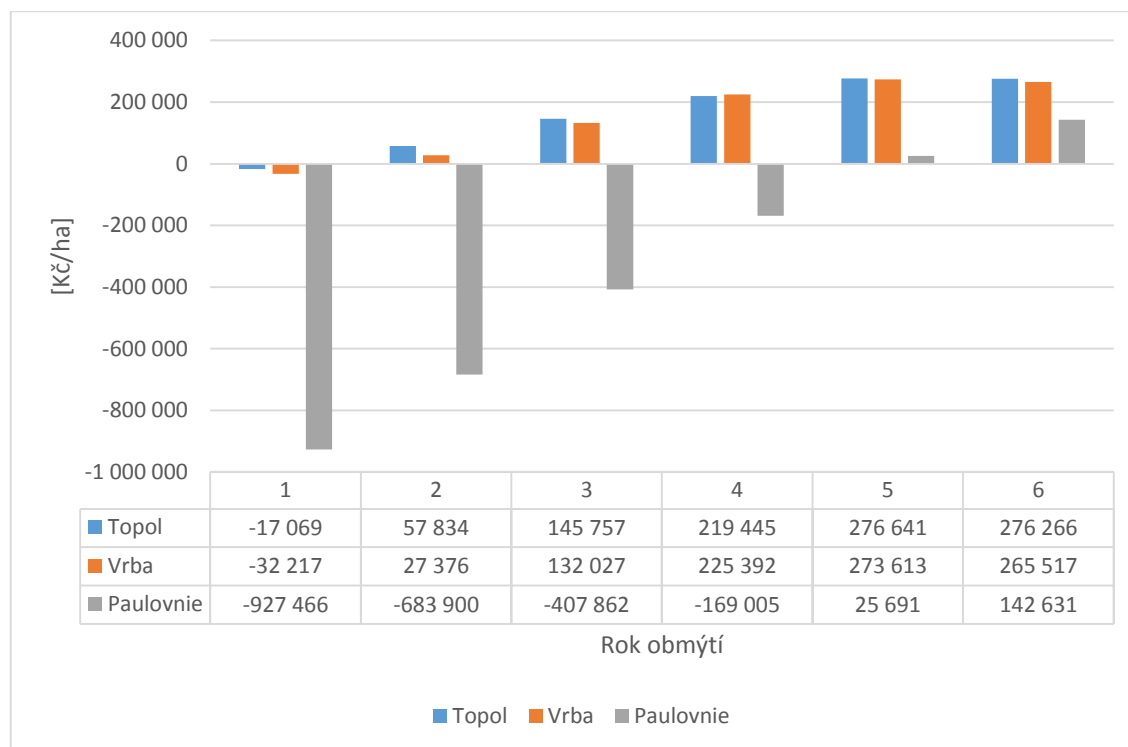
Tabulka 12: Předpokládaná rentabilita nákladů a výnosů bez dotací

	Rentabilita nákladů	Rentabilita výnosů
Topol	100,85%	50,21%
Vrba	94,23%	48,52%
Paulovnie	10,99%	9,90%

Zdroj: Vlastní

Předpokládané rentability nákladů a výnosů u topolu a vrby jsou vysoké a na přibližně stejné úrovni. Naopak předpokládaná rentabilita nákladů paulovnie je oproti předchozím RRD desetinová a rentabilita výnosů pětinová.

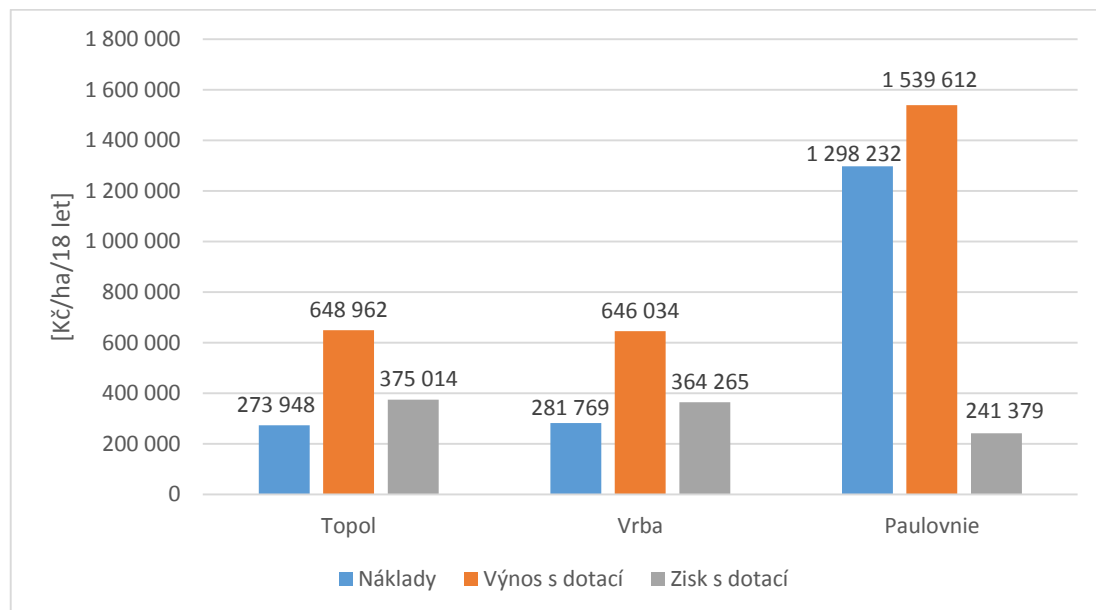
Ekonomickou výhodnost lze pozorovat i na grafu předpokládaných kumulativních výsledků hospodaření jednotlivých plantáží. Předpokládaný kumulativní výsledek hospodaření je až do pátého obmýtí záporný. V posledním obmýtí je vidět, že paulovnie dosahuje přibližně polovičních hodnot než ostatní pozorované RRD.



Graf 17: Předpokládané kumulativní výsledky hospodaření dle obmýtí za dobu 18 let

Zdroj: Vlastní

Výsledek hospodaření je po dotaci vyšší o 98 748 Kč za předpokládanou dobu životnosti plantáže. Roční hospodářský výsledek se zvedne o 5 486 Kč.



Graf 18: Ekonomická komparace RRD s dotací za dobu 18 let

Zdroj: Vlastní

Paulovnie představuje veliký potenciál mezi RRD. Jejím rozšíření po České republice brání zatím Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Pokud by tato dřevina byla legalizována pro pěstování na výmladkových plantážích, bylo by pěstování ekonomicky výhodné, jen pokud by se cena sazenic značně snížila.

Nejvýhodnější pěstování paulovnie by mohlo být takzvané „domácí pěstování“. Paulovnie by se mohla pěstovat v malém rozsahu na zahradě. Díky jejímu velkému přírůstu by i malá rozloha zahrady mohla generovat nezanedbatelný podíl suroviny pro spalování s uhlím, nebo pro samostatné spalování. Při tomto způsobu pěstování by se prvotní náklady daly značně snížit. Nebylo by třeba kupovat drahé sazenice. Speciální prostředí, které je nezbytné pro vyklíčení paulovnie ze semínka, lze vytvořit v domácích interiérových podmínkách. V tomto malém rozsahu pěstování by měla být domácnost schopna uskutečnit sklizeň svépomocí a náklady na sklizeň by se mohly blížit nule.

Pěstování RRD na zemědělské půdě není již podporováno státem, jako tomu bylo v minulosti. Dotace na založení RRD byla plánována v původním Programu rozvoje venkova 2007 - 2013, podmínky však nikdy nebyly schváleny Evropskou unií a dotace

nebyla nikdy vyhlášena. V Programu rozvoje venkova pro období 2015 – 2020 již není tato dotace ani v plánu.

Komplikace pro pěstování RRD na zemědělské půdě přinesl zákon č. 41/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Nově rozděluje zemědělskou půdu podle její kvality do 5 tříd ochrany zemědělského půdního fondu. Půdu I. a II. třídy ochrany nelze využívat pro plantáž RRD. V praxi tato novela zákona značně komplikuje výběr vhodného stanoviště, které není pod touto ochranou.

8. Zdroje

Acta Pruhoniciana. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2008. ISSN 0374-5651.

Acta Pruhoniciana. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2009. ISSN 0374-5651.

Acta Pruhoniciana. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2011. ISSN 0374-5651.

Aktualizace Státní energetické koncepce.: Ministerstvo průmysl a obchodu, 2014. 145 s. Bio tree, ltd. *Best practices and instructions* [online]. Bulharsko, 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://paulowniatrees.eu/eng/wp-content/uploads/2014/04/WORKING-EN-Best-Practices-Paulownia-.pdf>

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

ČÍŽEK, V: *Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychlerostoucích dřevin v podmínkách ČR*. Expertní studie k projektu BRIE – Regionální trh s biomasou, 2007, 39 s.

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

EAGRI. Ministerstvo zemědělství: *Dotace pro oblasti s přírodními či jinými zvláštními omezeními (tzv. LFA) a platby na tzv. ozelenění neboli greening (část. I)* [online]. 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/aktuality/dotace-pro-oblasti-s-prirodnimi-ci.html>

EAGRI. Ministerstvo zemědělství: *Metodická příručka k novým podmínkám poskytování přímých plateb v roce 2015 v České republice* [online]. 2015b [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/399275/Prirucka_pro_PP__2015.doc

EAGRI. Ministerstvo zemědělství: *Schválené sazby přímých plateb pro rok 2015* [online]. 2015 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/prime-platby/schvalene-sazby-primych-plateb-pro-rok.html>

HRUBÁ, Monika. *Ekonomika plantáže rychlerostoucích dřevin*. Praha, 2015.

KINTL, A., ELBL, J., PLOŠEK, L., KALHOTKA, L., FRIEDEL, J. K. *Způsoby měření úniku minerálního dusíku při zavlažování plantáží rychle rostoucích dřevin odpadními vodami*. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae. 2013. sv. 21, č. 1, s. 5--17. ISSN 1335-0285.

Dostupné z: http://www.fns.uniba.sk/fileadmin/user_upload/editors/actaenvi/ActaEnvi_2013_1/01_Kintl_et_al.pdf

KOBLÍŽEK, Jaroslav. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 2., rozš. vyd. Tišnov: Sursum, 2006. ISBN 80-7323-117-4.

Možnosti energetického využití biomasy: ukázka praktických opatření z Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012-2020. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2013. ISBN 978-80-7434-122-9.

PASTOREK, Zdeněk, Jaroslav KÁRA a Petr JEVÍČ. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. ISBN 80-86534-06-5.

Paulownia semena: pěstování in-vitro II. *Jak?: Odborníci radí - polemizujte s nimi* [online]. 2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z:

http://jak.nal.cz/paulownie_semena.php

POŠTA, Josef. *Čistírny odpadních vod*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2005. ISBN 80-213-1366-8.

Zákon č. 114/1992 Sb. ze dne 19. února 1992, o ochraně přírody a krajiny

Zákon č. 334/1992 Sb. ze dne 12. května 1992, o ochraně zemědělského půdního fondu

ZENERGO Paulownia s.r.o. [online]. Šardice [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.paulownia.cz/cz/vysadba-a-pestovani/>

Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. *Tab. č. 144 Ceny služeb mechanizovaných prací* [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.agronormativy.cz/genframes;jsessionid=33BDFEA267F3FE2865F056F2124CB2CC?thl=2&snid=7699&otn=str1>