Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě v podmínkách České republiky

Bakalářská práce

Autor: Veronika Sedláčková

Vedoucí práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Veronika Sedláčková

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě v podmínkách České republiky

Název anglicky

Cultivation of Fast-Growing Woody Plants on Agricultural Land Under the Conditions of the Czech Republic

---

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnocení významu alternativního pěstování biomasy na zemědělské půdě v České republice. Cílem je kvantifikace produkce a posouzení stavu půd v porostech rychle rostoucích dřevin v konkrétních podmínkách. Stav půd bude posouzen z morfologického hlediska.

Metodika

1) Teoretická část bakalářské práce

a) Pěstování rychle rostoucích dřevin na území České republiky v posledním období.

b) Analýza legislativy a postupů se zřetelem na pěstování rychle

c) Analýza technologií a pěstebních postupů pěstování rychle rostoucích dřevin.

d) Produkční potenciál porostu rychle rostoucích dřevin.

e) Ekonomické zhodnocení pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice.

f) Způsoby využití biomasy rychle rostoucích dřevin.

2) Praktická část bakalářské práce

Praktická část bakalářské práce bude prováděna na porostu tvořeném topolem japonským založeném na zemědělské půdě na parcele o rozloze 2,5 ha v katastrálním území Krábčice (okres Náchod). Zde budou určeny reprezentativní zkusné plochy, které budou dále měřeny. Data budou zpracována a zhodnocena.

Začátek – únor 2020 – Proběhla zde těžba porostu rychle rostoucích dřevin. Měření délek a tlouštěk sklizených topolů, technologie sklizně, množství štěpky, ekonomické zhodnocení.

říjen 2020 – Obražení nových topolů, měření přírůstu po obnově.

říjen 2021 – Měření objemového přírůstu.

Časový harmonogram:

Vytyčení ploch k měření – říjen 2021

Měření – říjen 2021

Posouzení stavu půd – říjen 2021

Zpracování výsledků – leden, únor 2022

Předložení rukopisu BP – březen 2022

Doporučený rozsah práce

Min. 40 stran odborného textu

Klíčová slova

Rychle rostoucí dřeviny, topol japonský, zemědělská půda, využití zemědělské půdy, obmýtí, ekonomika v lesnictví

Doporučené zdroje informací

DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2009: Struktura a statická stabilita porostů pod různým režimem výchovy na zemědělské půdě, Zprávy lesnického výzkumu, 54: 12-16.

HATLAPATKOVÁ L., PODRÁZSKÝ V. 2011. Obnova vrstev nadložního humusu na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 228 – 234.

KACÁLEK D., NOVÁK J., ŠPULÁK O., ČERNOHOUS V., BARTOŠ J. 2007. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 334-340.

NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Opad a dekompozice biomasy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n.Č.l., 17.1.2006, ČZU: 155-162.

PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006: Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 230-234.

PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 89 – 93.

PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNÍK R. 2002: Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 53-56.

PODRÁZSKÝ V. 2006: Effects of thinning regime on the humus form state. Ekológia (Brat.). 25: 298 – 305.

VACEK S., SIMON J. ET AL. 2009. Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Lesnická práce, s.r.o., vydavatelství a nakladatelství, Kostelec nad Černými Lesy: 784 s.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 7. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě v podmínkách České republiky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____ _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc. za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a připomínky, a hlavně za vstřícnost a trpělivost. V neposlední řadě chci velmi poděkovat své rodině za podporu a toleranci.

Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě v podmínkách České republiky

Abstrakt

Předložená bakalářská práce se zabývá problematikou rychle rostoucích dřevin. Jedná se o relativně nové odvětví, ke kterému doposud neexistuje mnoho informací. Dostupná data se pak zabývají zejména technikou pěstování. Ekonomická hlediska a aspekty přírůstu a tvorby biomasy nejsou dostatečně zmapovány a lze se setkat s pohledy spíše obecného rázu. To byly důvody, které mě motivovaly k výběru tématu mé bakalářské práce. Samozřejmě, že velkou inspirací je i přesah tohoto tématu do lesnictví.

Úvod teoretické části této bakalářské práce se zabývá historií pěstování rychle rostoucích dřevin, a to nejen v České republice, ale i v zahraničí. Seznámí nás i s důvody pěstování RRD. Dále je stručně předestřen legislativní rámec, ve kterém se tento obor pohybuje. Nezbytnou součástí této problematiky je pak zejména její provázanost s dotačními programy, jejichž výčet práce zmiňuje. Poměrně obsáhlá část je věnována založení porostů, podmínkám těchto výsadeb a rozdílnému přístupu oproti klasickému zalesňování zemědělských půd. Na toto navazují poznatky o pěstování RRD, které zahrnují mimo jiné sklizeň plantáže a s tím spojené možnosti využití mechanizačních prostředků. V závěru teoretické části je pojednáno o způsobech využití biomasy a produkčním potenciálu porostů. Zároveň je obecně nastíněno ekonomické zhodnocení pěstování RRD.

Praktická část předložené práce se zaměřuje na zjištění ročního přírůstu porostu RRD. Protože neexistují hmotové tabulky pro tyto klony a také s ohledem na fakt, že se pohybujeme na rozmezí hmoty hroubí a nehroubí, tak k měření bude vytvořen vlastní vzorec pro výpočet objemů stromů. Po vypočítání ročního objemového přírůstu tak bude možno produkci tohoto porostu porovnávat s produkcí lesních porostů a pro nás lesníky to bude jednotka srozumitelnější než produkce v tunách sušiny na hektar. Dalším bodem této práce je ekonomický aspekt. V závěru práce jsou výnosy z pěstování RRD porovnány s výnosy pěstování tradičních zemědělských plodin. Na základě zjištěných dat pak lze vyhodnotit možnou perspektivu pěstování RRD v budoucnu.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, biomasa, zemědělská půda, topoly, plantáže rychle rostoucích dřevin, alternativní zdroje energie

Cultivation of fast-growing woody plants on agricultural land under conditions of the Czech republic

Abstract

The submitted thesis follows up the matter of fast growing trees. It is a relatively recent sphere to which no large information base is available. The only available data concern primarily the techniques of the cultivation. The economical viewpoints and aspects of accrue, in connection to the creation of the biomass, are not sufficiently profiled and therefore one can only meet with general data. Those are the main points that motivated me for choosing this very topic for my thesis. Undoubtedly, it is the overlap with the field of forestry that I personally find greatly inspiring.

The introduction of the theoretical section of this thesis concerns the history of the cultivation of short rotation trees, describing the condition in the Czech Republic and also abroad. Reasons for the cultivation of short rotation trees are also to be found in this introductory section. Another matter that is briefly described in this section depicts the legislative ambit, in which the analyzed field ranks. A crucial part of this issue is its connection to the grant programmes, list of which is to be found in this thesis. Relatively extensive part of this thesis concerns the plantation establishment and the conditions regarding this matter, as well as it describes the different approach and linked to that, the contrast to the classical establishing of the agriculture soils. In connection to that, further knowledge of the cultivation of short rotation trees is presented, such as harvesting the plantations and the description of the mechanical devices used in this matter. In the conclusion of the theoretical section of this thesis, the ways of using the biomass are presented as well as the production evaluation of the vegetation. Simultaneously, the economical evaluation of the cultivation of short rotation trees is outlined.

The practical part of this thesis is focused on the determination of the current annual increment of the vegetation of the short rotation trees. Considering the fact that there are no masses volume tables for those clones, alongside the fact that those range from the masses of above seven centimetres to under seven centimetres, my own computational model will be used for the calculation of the volume of trees. After the current annual increment of the trees´ volume is calculated, it will be possible to compare the production of the mentioned vegetation with the production of the forest´s vegetation and therefore, for us, the foresters, this unit will be more understandable than the production of a dry matter in tonnes per hectar. Another point of this thesis is the

economical aspect. In the ending part of this thesis are the yields of the cultivation of short rotation trees compared to the yields of the cultivation of the traditional agricultural crops. The possible perspective of the cultivation of short rotation trees in the future can be evaluated by virtue of the ascertained data.

Key words: short rotation trees, biomass, agricultural soil, poplar trees, plantations of short rotation trees, alternative energy sources

Obsah

1. Úvod 13

2. Cíl práce 15

3. Rozbor literatury 16

3.1 Historie 16

3.1.1 Počátky pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) 16

3.1.2 Důvody pěstování v historii 16

3.1.3 Podpora pěstování na mezinárodní scéně 16

3.1.4 Historie pěstování RRD v České republice 17

3.2 Legislativní rámec 18

3.2.1 Dotčené orgány státní správy 18

3.2.2 Zákon o lesích 18

3.2.3 Zákon o ochraně přírody a krajiny 18

3.2.4 Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu 20

3.2.5 Zákon o zemědělství 20

3.2.6 Zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin 20

3.2.7 Dotační podpora 21

3.3 Stanoviště a podmínky k růstu 23

3.3.1 Zalesňování zemědělských půd 23

3.3.2 Výsadba rychle rostoucích dřevin 23

3.3.3 Druhy rychle rostoucích dřevin 24

3.3.4 Podmínky pro pěstování RRD 26

3.3.4.1 Výběr plochy z hlediska krajinného rázu 26

3.3.4.2 Klimatické podmínky pěstování 28

3.3.4.3 Kvalita půdních podmínek pro pěstování 29

3.4 Pěstování RRD 29

3.4.1 Příprava výsadby RRD 29

3.4.2 Založení plantáže RRD 30

3.4.3 Péče o porost RRD 33

3.4.4 Ochrana porostu RRD 35

3.4.5 Sklizeň plantáže RRD 35

3.4.6 Možnosti využití mechanizačních prostředků při pěstování RRD 37

3.5 Způsoby využití biomasy RRD 39

3.6 Produkční potenciál porostu RRD 40

3.7 Ekonomické zhodnocení pěstování RRD v České republice 41

4. Metodika 43

4.1 Popis zkoumaného zájmového území 43

4.2 Posouzení stavu půdy z morfologického hlediska 44

4.3 Vytvoření zkusných ploch 46

4.4 Sbírání dat 47

4.5 Zpracování dat 48

5. Výsledky 49

5.1 Výsledky měření před prvním obmýtím porostu v roce 2020 49

5.2 Vytvoření vlastního vzorce pro výpočet objemu kmene 49

5.3 Výsledky měření po prvním obmýtí v roce 2021 51

5.4 Výsledky měření v roce 2022 52

5.5 Zhodnocení pěstování RRD na zkoumaném zájmovém území z ekonomického hlediska 53

5.5.1 Založení a péče o plantáž RRD 53

5.5.2 Sklizeň plantáže RRD 54

5.5.3 Likvidace plantáže a její uvedení do původního stavu 54

5.5.4 Prodej biomasy z plantáže v roce 2020 54

5.5.5 Celková ekonomická bilance sklizně v roce 2020 55

5.5.6 Ekonomická bilance při následném obmýtí plantáže v roce 2026 56

6. Diskuze 58

7. Závěr 61

8. Literatura 63

9. Seznam příloh 68

9.1 Seznam tabulek 68

9.2 Seznam obrázků 68

9.3 Seznam grafů 69

1. Úvod

Rychle rostoucím dřevinám se v této době dostává pozornosti se započatou energetickou krizí, která přišla v roce 2022 a díky které je zvýšený zájem o cíleně pěstovanou biomasu, která může nahradit fosilní paliva. Takto pěstovaná biomasa je čistým obnovitelným zdrojem energie – splňuje ekologickou podmínku, že je CO_2 neutrální, což znamená, že CO_2, které při svém růstu naváže, tak poté při spalování vydá. V České republice první pěstování rychle rostoucích dřevin započalo v roce 2000 a to zejména díky nátlaku evropských a světových dohod na snížení podílu emisí skleníkových plynů, a samozřejmě také díky zavedení poskytování dotací na zakládání produkčních a reprodukčních porostů RRD[1] a dotací na spoluspalování biomasy v teplárnách a elektrárnách.

Zkušenosti s pěstováním a vhodné sadební materiály se získávaly především z Rakouska a Skandinávie, popřípadě z výzkumných ústavů v České republice. Porosty RRD se na našem území zakládají na zemědělských půdách s horšími bonitami, které mají omezené využití v klasickém zemědělství. S ohledem na platnou legislativu se v České republice RRD mohou pěstovat pouze v krátkém obmýtí, které je přibližně 6–7 let, aby se zamezilo šíření geograficky nepůvodních druhů dřevin na naše území. Toto obmýtí lze vzhledem k velké regenerační výmladkové schopnosti opakovat několikrát po sobě, aniž by bylo nutné provést novou výsadbu porostu. Na našem území se pro pěstování rychle rostoucích dřevin k energetickým účelům využívají především klony, které vznikly křížením topolu černého a topolu maximowiče. Tyto klony jsou specifické vysokou objemovou produkcí dřeva a velmi rychlým růstem po výsadbě i po obnově porostu.

Životnost plantáží se pohybuje v rozmezí 20–25 let, což představuje přibližně 4 obmýtí. V České republice podle údajů Ministerstva zemědělství vzniklo okolo 2000 ha porostů rychle rostoucích dřevin, což je 0,05 % z celkové výměry zemědělského půdního fondu. Nízký zájem o pěstování RRD je dán zejména konzervativním přístupem zemědělců k této komoditě, dále pak dlouhodobým závazkem využití zemědělské půdy a minimální dostupností mechanizačních prostředků především ke sklizni plantáže. Z těchto důvodu se pěstování RRD na území České republiky stalo pouze okrajovou záležitostí. Přesto je v ČR potenciál k dalšímu rozšíření tohoto

[1] RRD – rychle rostoucí dřeviny

pěstování zejména na zemědělských půdách s horšími bonitami, které nejsou intenzivně obhospodařovány. Jedná se například o pastviny či občasně zaplavované travní porosty. Téměř veškerá produkce z plantáží RRD je využívána v elektrárnách a teplárnách k tvorbě elektrické energie a tepla.

2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení významu alternativního pěstování biomasy na zemědělské půdě v České republice. Zjištění celkového objemu plantáže rychle rostoucích dřevin a objemového přírůstu v jednotlivých letech na zkoumané zájmové plantáži o rozloze 2,5 ha v katastrálním území Krabčice. Dalším cílem je posouzení stavu půd z morfologického hlediska v porostu rychle rostoucích dřevin v konkrétních podmínkách. Dále zhodnocení, zda je pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě rentabilní a má smysl do budoucna zakládat tento typ plantáží.

3. Rozbor literatury

3.1 Historie

3.1.1 Počátky pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD)

Pěstování rychle rostoucích dřevin ve světě začalo již kolem roku 1790 ve Francii, kde vznikl první kultivar serotina. V meziválečném období docházelo k záměrnému křížení topolů, a to zejména topolu černého (*Populus nigra*) a topolu maximowiče (*Populus maximowiczii*) pro papírenský průmysl v Japonsku, Itálii a USA. V tuto dobu také začaly vznikat první lesnické topolové lignikultury a výmladkové plantáže na našem území. Po konci 2. světové války docházelo k šíření topolových lignikultur do světa jako zdroj suroviny pro dřevařský a papírenský průmysl (Weger, 2017).

3.1.2 Důvody pěstování v historii

Mezi hlavní důvody zavedení plantáží rychle rostoucích dřevin na zemědělských půdách patří zvýšení čistoty ovzduší náhradou fosilních paliv, využití zemědělské půdy pro mimopotravinářskou produkci a s tím spojený rozvoj zemědělských oblastí a zajištění mimoprodukčních funkcí zemědělství. Spalování hnědého uhlí má nepříznivý dopad na životní prostředí, produkuje vysoké emise oxidu uhličitého, oxidu siřičitého a těžkých kovů. Zásoby uhlí jsou omezené a nejedná se o dlouho udržitelný zdroj, z tohoto důvodu je důležité se zaměřit na alternativní udržitelný zdroj energie v podobě rychle rostoucích dřevin (Weger, Havlíčková, 2002).

3.1.3 Podpora pěstování na mezinárodní scéně

Kjótský protokol, který byl dojednán v prosinci roku 1997 v japonském městě Kjótu, je mezinárodní smlouva k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách. Především průmyslové země, ale i ostatní země, které tento protokol podepsaly, se v tomto protokolu zavázaly ke snížení emisí skleníkových plynů do konce prvního kontrolního období v roce 2012 o 5,2 % a do roku 2020 o celých 20 % oproti roku 1990. Česká republika tento protokol podepsala roku 1998. Jedná se především o snížení emisí oxidu uhličitého, metanu, oxidu dusného a fluoridu dusného do ovzduší (Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu, n.d.). Výmladkové plantáže RRD jsou CO_2 negativní, to znamená, že během svého života uloží do půdy více uhlíku, než ho při svém pěstování uvolní. Čím je porost na dané lokalitě déle, tím více vzdušného CO_2 uloží (Pacaldo a kol., 2011).

V listopadu roku 2000 byla vydána Zelená kniha o zabezpečování zásobování energií, která se zabývá primárně energetickými dodávkami. Tato Zelená kniha je členěna do třech hlavních částí. V první části se zabývá nemožností energetické soběstačnosti a řešením aktuální situace týkající se energetické náročnosti, zdrojů energie a energetickým potenciálem obnovitelných zdrojů energie. Ve druhé části se zabývá převážně budoucím vývojem obnovitelných zdrojů energie. Ve třetí a poslední části se zabývá popisem konkrétních problémů, které se týkají zabezpečování dodávek energie, zhodnocení rizik působících ze všech odvětví (fyzické, ekonomické, enviromentální, sociální). V roce 2006 byl Evropskou komisí přijat dokument Zelená kniha o Evropské strategii pro bezpečnost dodávky energie. Tato Zelená kniha byla klíčová pro vznik společné energetické politiky. V tomto dokumentu jsou uvedeny možnosti snížení spotřeby energie chováním odběratele. Kdyby nebyla stanovena zmíněná opatření, situace by měla velmi nepříznivý vývoj, kdy by Evropa byla v roce 2030 ze 70 % závislá na dovozu veškeré energie (ZELENÁ KNIHA, 2006).

3.1.4 Historie pěstování RRD v České republice

Pěstování rychle rostoucích dřevin na území České republiky začalo po vzoru světových zemí kolem roku 1997. Ve světe začalo pěstování rychle rostoucích dřevin po ropné krizi v roce 1971 a to zejména v Severní Americe a západní Evropě. Dřevo bylo bráno jako alternativní pevné palivo. Rozvíjí se zde nový způsob hospodaření zaměřený na plantáže rychle rostoucích dřevin nebo případně energetické plantáže. Tyto plantáže čítají až 20 000 hektarů. Hlavním rozdílem mezi plantážemi rychle rostoucích dřevin a lesnickými lignikulturami topolů je velmi krátká doba obmýtí. Lesnické lignikultury topolů jsou sklízeny přibližně po 20-30 letech jejich života, zatímco topoly na plantážích rychle rostoucích dřevin se sklízí již po 3-7 letech života. Proces obmýtí lze zároveň na plantážích opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby, s využitím vegetativní obnovy dřevin (Weger, Havlíčková, 2002)

Již v tomto období existovaly experimentální plochy, na kterých se zkoumalo pěstování lesnických lignikultur topolů, mimo to se zde nepěstovaly žádné jiné dřeviny. Velký zvrat v tomto pěstování nastal kolem roku 2000, kdy Česká republika začala sledovat pěstování rychle rostoucích dřevin po vzoru Rakouska a Skandinávských zemí, a to zejména díky nátlaku evropských a světových dohod na snížení podílu emisí skleníkových plynů.

3.2 Legislativní rámec

3.2.1 Dotčené orgány státní správy

Legislativní úpravu při pěstování rychle rostoucích dřevin se zabývá především Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Legislativně je upravován zejména postup před samostatnou výsadbou a založením plantáže rychle rostoucích dřevin. Jsou také stanoveny podmínky povolení pro výsadbu rychle rostoucích dřevin (Ministerstvo zemědělství, 2016).

3.2.2 Zákon o lesích

Na území České republiky se rychle rostoucí dřeviny pěstují na zemědělské půdě. Pěstování těchto dřevin na lesní půdě brání Zákon o lesích č. 289/1995 Sb. Tento zákon stanovuje podmínku, že lesní školky a plantáže lesních dřevin, které jsou založeny na pozemcích, které nejsou určené k plnění funkcí lesa nemohou být pozemky k plnění funkcí lesa. Vlastník pozemků má možnost podat návrh orgánu státní správy lesů a může být ohledně těchto pozemků rozhodnuto jinak (Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů, 1995).

3.2.3 Zákon o ochraně přírody a krajiny

Mezi hlavní legislativní omezení pěstování rychle rostoucích dřevin patří Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Paragraf číslo 5 tohoto zákona uvádí, že pokud máme záměr na zemědělské půdě pěstovat rychle rostoucí dřeviny, které jsou zařazeny mezi nepůvodní druhy, musíme před zahájením jejich pěstování požádat o povolení orgán ochrany přírody na příslušné obci s rozšířenou působností. Rovněž je tímto zákonem zakázáno záměrně rozšiřovat křížence druhů dřevin či rostlin do krajiny bez povolení orgánu ochrany přírody. Dále tento zákon stanovuje ochranu přírodního rázu krajiny, popřípadě přírodních parků. Je zakázáno zasahovat do přírodního krajinného rázu nebo provádět činnosti, které mohou esteticky či přírodně snižovat hodnotu krajiny. Zákon o ochraně přírody a krajiny přísně zakazuje rozšiřování nepůvodních druhů rostlin a jejich kříženců na území národních parků, chráněných krajinných oblastí, národních přírodních rezervací a přírodních rezervací. Zákon také uvádí zákaz poškozování, ničení a provádění nežádoucích zásahů do evropsky významných lokalit dle Natury 2000. Zákon č. 114/1992 stanovuje ochranu evropsky významných lokalit (Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, n.d.).

Jestliže je součástí našeho záměru pěstování rozšíření nepůvodních druhů rostlin či dřevin nebo jejich kříženců do krajiny, máme povinnost požádat o povolení orgán ochrany přírody. Žádost by měla obsahovat osobní kontaktní údaje žadatele jako například jméno, příjmení, adresa trvalého pobytu a datum narození, dále musí žádost obsahovat informace o našem plánovaném projektu. Mezi tyto informace patří například parcelní číslo pozemku, katastrální území, ve kterém se konkrétní pozemek nachází, situační nákres s mapou, navrhované klony a počet sazenic na jeden hektar. Orgán ochrany přírody žádost prozkoumá a zhodnotí všechna kritéria projektu. Dále provede vyhodnocení žádosti, jejíž výsledek je buď schválené povolení k pěstování, nebo jeho zamítnutí. Orgán ochrany přírody se rozhoduje na základě odborného podkladu pro rozhodování, kterým je především „Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny", zpracován Výzkumným ústavem Silvia Tarocy pro krajinu a okrasné zahradnictví (Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, n.d.).

Pokud je výsledek žádosti kladný a je schváleno pěstování, je zapotřebí změnit kulturu pozemku na kulturu rychle rostoucích dřevin – D. Tento krok provedeme podáním žádosti o změnu kultury pozemku na příslušném pracovišti Státního zemědělského a intervenčního fondu (SZIF). Konkrétní žádost podáváme pouze v případě, kdy je pozemek, na kterém plánujeme pěstovat rychle rostoucí dřeviny, evidován ve veřejném registru půdy (LPIS). Není povinnost podávat žádost na změnu kultury pozemku, pokud daný pozemek není zapsán ve veřejném registru půdy (Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, n.d.).

Nařízení vlády o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů č. 307/2014 Sb. stanovuje přesné vymezení pojmu rychle rostoucích dřevin. Rychle rostoucími dřevinami, které jsou pěstovány na výmladkových plantážích, se dle nařízení vlády č. 307/2014 Sb. rozumí zemědělsky obhospodařovaná půda se stálou kulturou, která je rovnoměrně a souvisle osázena pěstovanými dřevinami. Minimální počet dřevin na jeden hektar činí 1000 životaschopných jedinců. Do plochy této zemědělské půdy patří také manipulační prostor, který nesmí přesáhnout délku 12 metrů na začátku a konci řad. Maximální šířka meziřadí čítá 8 metrů (Nařízení vlády č. 307/2014 Sb. ze dne 8. prosince 2014, o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů, n.d.).

3.2.4 Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu

Na legislativních předpisech pro pěstování rychle rostoucích dřevin na území České republiky se také podílí Zákon české národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu č. 334/1992 Sb. Zemědělská půda se rozlišuje do 5 základních tříd podle kvality půdy. Dále je zde uvedeno, že zemědělskou půdu pro účel plantáže smíme využívat maximálně po dobu 10 let. Pokud je na zemědělské půdě plantáž výmladková, je její využívání zvýšeno na dobu 30 let. Ovšem je zde stanovena maximální délka jednoho pěstebního cyklu, která nesmí přesáhnout dobu 10 let. Pokud vlastník zemědělské půdy či osoba právoplatně způsobilá k jejímu využívání vypoví využívání zemědělské půdy, je tato osoba povinna do 12 měsíců po ukončení využívání přizpůsobit půdu jejímu dalšímu zemědělskému využívání odstraněním pařezů a rekultivací. Zemědělská půda musí být využívána jiným způsobem zemědělství po dobu 3 let po ukončení pěstebního cyklu. Vlastník půdy či jiná osoba, která je oprávněna plně využívat zemědělskou půdu, má povinnost oznámit své záměry se zemědělskou půdou orgánu ochrany zemědělského půdního fondu nebo Státnímu zemědělskému a intervenčnímu fondu. Vlastník má také povinnost oznámit výsadbu, sklizeň či jinou změnu využívání zemědělské půdy (Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, n.d.).

3.2.5 Zákon o zemědělství

Zákon o zemědělství č. 252/1997 Sb. a Vyhláška o katastru nemovitostí č. 357/2013 Sb. umožňuje nevyjímat pozemky pro pěstování rychle rostoucích dřevin ze Zemědělského půdního fondu (ZPF). Při tomto typu pěstování také není nutný souhlas orgánu ochrany Zemědělského půdního fondu. Dříve měly osoby, které měly v plánu pěstovat rychle rostoucí dřeviny na našem území, povinnost požádat o vynětí pozemku ze Zemědělského půdního fondu. Dodnes to tak je například u plantáží vánočních stromků, u kterých je nutnost vyjímat pozemky pro jejich pěstování ze Zemědělského půdního fondu. Pěstování rychle rostoucích dřevin pro energetické účely lze dle zákona o zemědělství považovat za zemědělskou výrobu (Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, n.d.).

3.2.6 Zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin

Na pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě se vztahuje také Zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin č. 219/2003 Sb. Tento zákon upřesňuje především rozmnožování a distribuci sadby rychle rostoucích dřevin. Sadební

materiál může být dodáván pouze z ověřených zdrojů, které jsou registrovány u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ). Zde registrovaní producenti sadebního materiálu mohou dále rozmnožovat a prodávat klony či odrůdy do všech zemí Evropské unie. Dodávka sadby musí obsahovat dodací list, taxonomické označení dřeviny, jméno porostu, počet dodaných kusů a rostlinolékařský pas (Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů, n.d.).

3.2.7 Dotační podpora

Na státní dotace pro pěstování rychle rostoucích dřevin má nárok pouze ta osoba, která je zemědělským podnikatelem nebo aktivním zemědělcem a hospodaří na půdě, která je evidována ve veřejném registru půdy. Dotace pro pěstování rychle rostoucích dřevin se vztahují na plochu výmladkové plantáže. Tyto dotace na nazývají SAPS (Single Area Payment Scheme). Jednotná platba na jednotku plochy zemědělské půdy je nejběžnější a nejrozšířenější zemědělskou dotací na území České republiky a Evropy. U tohoto typu dotací není závazné, jaká kultura se na zemědělské půdě pěstuje. Žádost o dotace je podávána každý rok do 15. května daného kalendářního roku na příslušné pracoviště Státního zemědělského a intervenčního fondu (Ministerstvo zemědělství, 2016).

K vyplacení žádosti musí být dodrženy následující podmínky: musí být dodržena minimální výměra pozemku, která činí 1 hektar, zemědělská půda musí být řádně obhospodařována, klony pěstované na zemědělské půdě musí být obsaženy v seznamu druhů rychle rostoucích dřevin pěstovaných v České republice na výmladkových plantážích, musí být dodrženy podmínky vhodného stavu půdy a musí být splněny všechny podmínky pro hospodaření na zemědělské půdě. Jestliže žadatel požádá o dotaci jednotné platby na jednotku plochy, má povinnost dodržovat zemědělské postupy pěstování, které jsou příznivé jak pro životní prostředí, tak pro klima. Pokud žadatel splní tuto povinnost, bude mu k běžné dotaci připočítán další příspěvek – greening. Plnění podmínek greeningu se ovšem nevztahuje na osoby, které podnikají v ekologickém zemědělství (Ministerstvo zemědělství, 2016).

Dle nařízení vlády č. 50/2015 Sb. se rychle rostoucí dřeviny na výmladkových plantážích pěstují bez použití přípravků na ochranu rostlin a dalších hnojiv. Rozdílem výše dotace mohou být i rozdílné oblasti, například pro méně příznivé oblasti (LFA –

Less favoured areas) jsou dotace vyplácené státem. Mezi méně příznivé oblasti patří horské a velmi specifické oblasti. Dotace v těchto oblastech přispívají k zachování přirozené krajiny. Žadatelem pro takovou dotaci musí být osoba, která je zemědělským podnikatelem a zároveň aktivním zemědělcem, a má ve veřejném registru půdy zaregistrován alespoň 1 hektar zemědělské půdy v méně příznivé oblasti (Ministerstvo zemědělství, 2016). Při pěstování rychle rostoucích dřevin lze také využít dotaci mladý zemědělec, která se vztahuje na podporu mladých zemědělců začínajících podnikat v odvětví zemědělství prostřednictvím finanční podpory, která je nezbytná k realizaci podnikatelského plánu.

Dříve se dotace vztahovaly také na založení jednotky matečnice, dnes jsou již pouze na jednotku plochy jako na běžných zemědělských půdách. Na území České republiky nejsou od roku 2006 žádné dotace na zakládání a pěstování porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě.

Tabulka 1: Vývoj dotačních podpor od roku 2000 po současnost

Rok	Dotační program	Výše dotace
2000-2003		4000 Kč/ha/rok
2004-2006	dotace na založení	60 tis. Kč/ha
2008-2013	Top-up	1350 Kč/ha/rok
2007-2014	SAPS	2792-5997 Kč/ha/rok
2015	SAPS	3514 Kč/ha
	greening	1928 Kč/ha
	mladý zemědělec	878 Kč/ha
2016	SAPS	3543 Kč/ha
	greening	1943 Kč/ha
	mladý zemědělec	885 Kč/ha
2017	SAPS	3377 Kč/ha
	greening	1853 Kč/ha
	mladý zemědělec	844 Kč/ha
2018	SAPS	3192 Kč/ha
	greening	1751 Kč/ha
	mladý zemědělec	798 Kč/ha
2019	SAPS	3394 Kč/ha
	greening	1884 Kč/ha
	mladý zemědělec	1697 Kč/ha
2020	SAPS	3644 Kč/ha
	greening	2013 Kč/ha
	mladý zemědělec	1822 Kč/ha
2021	SAPS	3331 Kč/ha
	greening	1833 Kč/ha
	mladý zemědělec	1665 Kč/ha

Zdroj: vlastní zpracování na základě informací získaných z webových stránek Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, dostupné z: https://www.vukoz.cz/

3.3 Stanoviště a podmínky k růstu

3.3.1 Zalesňování zemědělských půd

V průběhu několika staletí probíhalo rozsáhlé odstraňování lesů. Místo lesů byly vytvářeny zemědělské plochy a lidská sídla. Tato proměna výrazně změnila ekosystém a celkový ráz krajiny. Zalesňováním zemědělské půdy je vytvářen důležitý krajinotvorný prvek, k jeho vytváření jsou voleny především méně kvalitní půdy, nebo těžko přístupné či těžko využitelné plochy. Ve většině případů se jedná o podmáčené louky, mělké či kamenité orné půdy, které se nacházejí v nadmořské výšce 350–800 m. n. m. Nevyužívané zemědělské půdy jsou vhodné také pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin či plantáží vánočních stromků. Pro zalesňování zemědělských půd jsou vhodné dřeviny s extenzivním kořenovým systémem, mezi které patří například břízy, topoly nebo jeřáby (Vacek, Simon, 2009). Další možností využití je na půdách, které byly kontaminovány cizorodými látkami například po povodních nebo na erozních půdách, kde není možná okamžitá potravinářská výroba. V zahraničí, konkrétně ve Švédsku, jsou plantáže RRD zakládány pro dočišťování vody z čistíren odpadních vod, což pomáhá k biologickému vyčištění vody, a zároveň také k navýšení produkce díky hnojivým účinkům látek obsažených v odpadní vodě (Hasselgren, 1998).

Porosty rychle rostoucích dřevin mají velmi pozitivní účinek na biodiverzitu a zkvalitnění půdy vlivem neintenzivního zemědělského obhospodařování spojeného s nevyužíváním agrochemikálií (Börjesson, 1999).

3.3.2 Výsadba rychle rostoucích dřevin

V současné době je kladen důraz také na navýšení objemu dřevní hmoty. Za tímto účelem je uplatňováno pěstování především rychle rostoucích dřevin. Mezi RRD patří zejména topoly, které jsou řešeny v této práci. Dalšími rychle rostoucími dřevinami jsou vrby, olše, douglasky, jedle a borovice. Pěstování RRD je odlišného rázu než pěstování běžných lesnických dřevin. Tomuto typu pěstování je velmi blízká zemědělská činnost, jelikož pěstování topolů je primárně zaměřeno na produkci biomasy (Poleno a kol., 2009).

Topoly jsou na území České republiky pěstovány nejčastěji na výmladkových plantážích, které využívají schopnosti rychlého růstu nových dřevin z pařezových výmladků. Výmladková plantáž může být využívána po dobu 20 let, její obmýtí se

pohybuje v rozmezí od 3 do 6 let. Pěstování na výmladkových plantážích RRD je na území České republiky legislativně upraveno (Petříková, Weger, 2015).

Konceptu pěstování RRD na plantážích předcházelo pěstování lignikultur. Doba obmýtí lignikultur se pohybuje v rozmezí 25–40 let. Tento typ pěstování má kratší interval než pěstování klasických lesních porostů. V České republice legislativa neupravuje pěstování topolových lignikultur, z tohoto důvodu jsou zde využívány pouze u jiných druhů dřevin. Mezi běžně rostoucí topoly na našem území patří topol osika (*Populus tremula*), topol černý (*Populus nigra*) a topol bílý *(Populus alba*). Na plantážích se vysazují nejčastěji kultivary, tedy šlechtitelské výpěstky topolu černého. Topol černý se využívá hlavně z důvodů své výborné schopnosti tvořit výmladky a schopnosti zakořeňování (Poleno a kol., 2009).

3.3.3 Druhy rychle rostoucích dřevin

Pěstování rychle rostoucích dřevin je velmi výhodné, neboť vede k velkému nárůstu produkce dřevní hmoty. Termínem rychle rostoucí dřeviny se rozumí především topoly, vybrané listnaté a jehličnaté dřeviny a také některé druhy vrb. V současnosti je nahlíženo na pěstování RRD rozporuplně. Tento druh pěstování lesů je v kontrastu s klasickým lesnickým hospodařením. V této problematice je nejvíce důležité si uvědomit si cíle hospodaření a s ohledem na to vybrat příslušný způsob pěstování (Poleno a kol., 2009).

V českých zemích je nejrozšířenějším druhem rychle rostoucích dřevin topol, a to především topol černý (*Populus nigra*), topol bílý (*Populus alba*) a topol osika (*Populus tremula*). V posledních letech bylo možné zaznamenat zvýšený zájem o tento druh dřeviny, spojený se zájmem o jeho pěstování. To je ale spojeno s určitými stanovištními nároky, které je třeba vzít v potaz. Především se jedná o podmínky klimatické, neboť jednou z vlastností topolu je světlomilnost a teplomilnost. Kladnou významnou vlastností topolů je i jejich částečná odolnost proti emisím (Poleno a kol., 2009).

Topol černý (*Populus nigra*) se vyznačuje především svou světlomilností. Co se týče půdních podmínek, topolu černému se nejvíce daří na živinách bohatých, svěžích půdách s vysokou hladinou spodní vody, z čehož plyne, že dokáže snést dlouhodobé jarní záplavy. Jeho kořenová výmladnost je velmi dobrá. Vytváří topolový nebo měkký luh, což jsou porosty, které v přirozených poměrech vznikají na březích větších řek na písčitých až štěrkovitých náplavech. Topol černý se vyskytuje v Čechách a na Moravě,

neustále více se ale považuje za dřevinu vzácnou, a to především ve střední Evropě, neboť se již dlouho nevysazuje (Poleno a kol., 2009).

Topol bílý (*Populus alba*), v některých případech slangově nazýván *'linda'*, na rozdíl od topolu osika dobře snáší záplavy. Vyžaduje sluneční svit a bohaté vlhké půdy, ale jako jednomu z mála topolů se topolu bílému daří ve špatně provzdušených a kyselých půdách (Poleno a kol., 2009).

Topol osika (*Populus tremula*) je mrazuvzdorná, polostinná a světlomilná dřevina. Její vlastností je tolerance k vlastnostem substrátu, ale je nepřizpůsobivá k záplavám (Poleno a kol., 2009).

Dalším význačným druhem této rychle rostoucí dřeviny je topol kanadský (*Populus x canadensis*), který se podobá v ohledu ekologickém topolu černému. Topolu kanadskému se v rámci půdních poměrů daří nejlépe na půdách bohatých na živiny a dobře zásobených vodou, nesmí ale být zamokřené, neboť to poté topolu neprospívá. V případě, že se vyskytuje v husté výsadbě, hrozí nebezpečí, že bude trpět houbovými chorobami, proto je lepší se hustým výsadbám vyhýbat. V mnoha případech byl topol kanadský do jisté míry vytlačen topolem černým (Poleno a kol., 2009).

Dalším druhem rychle rostoucí dřeviny je topol maximovičův (*Populus maximowiczii*), který je nejčastěji křížen s topolem černým. Z tohoto křížení pochází největší množství klonů pěstovaných na našem území. Tento druh je vysoký 20–40 metrů a pochází z Asie. Jeho koruna může být košatá, polokulovitá či kyticová (Populus maximowiczii, n.d.).

Pro účely získávání biomasy ve velmi krátkém obmýtí byly vyšlechtěny křížením topolu černého a maximoviče klony, které jsou označovány jako topoly japonské. Tyto topoly byly vyšlechtěny za účelem co nejrychlejšího přírůstu v co nejkratším období (3–5 let) při minimální péči o porost a splňují podmínku několikanásobného vegetativního zmlazování. Byly vyšlechtěny stovky klonů topolů, ale v Evropě se nejvíce rozšířil a ujal topol japonský. Na území České republiky se nejvíce využívá následujících pěti klonů topolů (Poleno a kol., 2009).

Klony *P-trikor-468* a *P-trikor-473 (P. trichocarpa x koreana)*, jsou klony vzniklé křížením totožných rodičovských druhů, a to topolů balzámových, konkrétně topolu chlupatoplodého a korejského. Přestože se v tomto případě křížily dva totožné rodičovské druhy, tak je výsledný klon vzhledově odlišný. Křížené druhy mají velmi podobné růstové

vlastnosti. Daný klon vytváří úzkou korunu, což je habitus vhodný zvláště pro výsadbu hustších porostů. Na základě předchozích zkušeností tento klon kladně reaguje na seřezání. Pro klon *P-trikor-468* jsou nejpříhodnější teplejší a mírně vlhčí lokality, naproti tomu pro klon *P-trikor-473* jsou vhodné i chladné lokality. Oba klony preferují velmi dobře připravené plochy, na kterých je odstraněn plevel. Výnosový potenciál u těchto klonů se kolem 3. roku jejich života v prvním obmýtí pohybuje v průměru okolo 6,5 – 7,5 tun sušiny na 1 hektar za 1 rok (Weger, 2004).

Dalšími klony, které se velmi často vyskytují na našem území, jsou *P-Jap 104*049* a *P-Jap 105*050.* Tyto klony vznikly křížením topolu černého (*Populus nigra*) a topolu maximoviče Henryho (*Populus maximowiczii Henry*), souhrnně se označují jako „Japany“. Vyhovující jsou pro ně oblasti s nadmořskými výškami od 350–500 m.n.m, vhodné jsou pro ně chlumní, ale i podhorské oblasti. Mezi jejich kladné vlastnosti patří rychlý terminální růst zejména v prvních letech po vysazení a velmi husté větvení ve spodní části kmene. Husté větvení v dolní části kmene je vhodné pro potlačení růstu plevelů. Další kladnou vlastností těchto klonů je i jejich dobré kořenění a poměrně vysoká ujímavost řízků. Tyto klony jsou také odolné vůči působení nejrůznějších biotických a abiotických činitelů. Výnosový potenciál u těchto klonů se v druhém obmýtí pohybuje v průměru okolo 9–11 tun sušiny na 1 hektar za 1 rok (Weger, 2004).

Posledním klonem je *P-NE44-466 (P. maximowiczii x berolinensis)*. Tento klon lze zařadit mezi 3 nejlepší klony, které se pěstují na našem území. Jedná se o nadprůměrný klon s ohledem na jeho vlastnosti a růst. Vhodné jsou pro něj jak suché, tak i vlhké a vodou dobře zásobená stanoviště. Jeho schopnost tvoření výmladků je velmi dobrá. Má vysokou odolnost vůči působení biotických a abiotických činitelů. Na nepříznivých stanovištích jeho výškový přírůst začíná výrazně zrychlovat po 3–4 roce života. Výnosový potenciál tohoto klonu se v prvním obmýtí pohybuje v průměru okolo 7 – 8,7 tun sušiny na 1 hektar za 1 rok na vhodnějších a příznivějších stanovištích (Weger, 2004).

3.3.4 Podmínky pro pěstování RRD

3.3.4.1 Výběr plochy z hlediska krajinného rázu

Pěstování rychle rostoucích dřevin je velmi podobné pěstování jednoletých zemědělských plodin, v krajině však nemají stejnou podobu. Rychle rostoucí dřeviny vzhledem ke své výšce, délce a šířce plantáže tvoří trojrozměrný nepřehlédnutelný prvek. Naopak krajina při pěstování běžných zemědělských plodin působí otevřeně. Mezi hlavní

faktory ovlivňující výběr plochy pro plantáž patří okolí dané plochy, zejména sousední pozemky. Plantáže rychle rostoucích dřevin by neměly být situovány v blízkosti míst s historickým významem. Při výběru vhodné plochy pro plantáž bychom měli brát v úvahu ochranu přírody a krajiny a také ochranná pásma vedení elektrického proudu konkrétní lokality. Je zapotřebí dodržet veškeré právní přepisy stanovené pro konkrétní lokalitu. Výsadby rychle rostoucích dřevin by neměly negativním způsobem ovlivnit krajinný ráz.

Plantáže rychle rostoucích dřevin lze ovšem uvést do stávající krajiny s pouze minimálním dopadem na krajinný ráz. Pokud plánujeme založit plantáž v blízkosti lidských obydlí, je vhodné, aby plantáž rychle rostoucích dřevin vizuálně zapadala do stávající krajiny. Ideálním spojením je plantáž rychle rostoucích dřevin po boku se stávajícím lesním porostem, což vytváří dojem přirozeného pokračování v krajině. Pěstování rychle rostoucích dřevin je vhodné z hlediska přístupu k plantáži v blízkosti komunikací. Je důležité, aby byla zajištěna bezpečnost provozu na dané komunikace, například aby části rychle rostoucích dřevin nebránily výhledu řidičů či jiným způsobem neohrožovaly provoz na komunikaci. Proto by plantáže měly být situovány v dostatečné vzdálenosti od komunikace (Dimitriou, Rutz, 2015).

Teplárny či elektrárny, které využívají rychle rostoucí dřeviny, se většinou nacházejí v průmyslových oblastech s nedostatkem zeleně, proto je možné pro zvýšení biodiverzity krajiny a snížení dopravní vzdálenosti produktu umístit plantáž v jejich blízkosti (Dimitriou, Rutz, 2015).

Obecně by měly být plantáže rychle rostoucích dřevin situovány na místa s méně viditelným dopadem na krajinu a měly by mít dobrý přístup pro údržbu ze stávající komunikace. S ohledem na velkou hmotnost techniky a sklízených stromů by přístupová komunikace měla být dostatečně zpevněná. Sklon plantáže by neměl přesáhnout 10 %. Při umístění plantáže v blízkosti lesa bychom měli dbát opatrnosti vůči poškození divokou zvěří – je zapotřebí konzultovat možnost oplocení plantáže s místní lesní správou (Dimitriou, Rutz, 2015).

3.3.4.2 Klimatické podmínky pěstování

Rychle rostoucí dřeviny pěstované na našem území jsou známé svou snášenlivostí vůči klimatickým faktorům. Některé druhy vrb dokonce mohou růst i v horských či arktických oblastech, naopak topoly, které jsou velmi křehké, upřednostňují teplejší oblasti s dlouhou vegetační dobou a vysokými letními teplotami. Mezi hlavní hrozby při růstu rychle rostoucích dřevin patří jarní a podzimní mrazy, které mohou způsobit rozsáhlé škody na porostech. Limitujícím klimatickým faktorem pro pěstování je i sníh, který může poškodit výhonky mladých dřevin, což může následně způsobit zlomení kmenu (Stupavský, 2009).

Potřeba vody pro pěstování rychle rostoucích dřevin je vysoká, a to zejména v období jejich výsadby, proto by pro pěstování měly být voleny oblasti s větším množstvím srážek. Topolové výmladky jsou zranitelnější vůči stresům způsobených suchem, kvůli velké velikosti svých cév, což může zapříčinit omezení hydraulické vodivosti stonku (Keleş, 2021). Některé druhy rychle rostoucích dřevin velmi dobře snáší i krátkodobé záplavy trvající několik týdnů. Požadavek na podzemní vodu je vyšší v suchých oblastech s omezeným množstvím dostupné vláhy, hladina podzemní vody pro vhodnou produkci plantáže by v ideálním případě neměla být nižší než 120–150 centimetrů. Tyto dřeviny jsou také velmi vhodné pro zadržování vody či živin (Stupavský, 2009).

Horní hranice pro produkční plantáže rychle rostoucích dřevin je kolem 600 metrů nad mořem, není vhodné pěstovat tyto dřeviny v polohách s vyššími nadmořskými výškami, protože raší velmi brzy a trpí jarními mrazy (Weger, Havlíčková, 2002).

Při výběru vhodné lokality pro pěstování musíme zhodnotit průměrnou roční teplotu konkrétního stanoviště, průměrný roční úhrn srážek, možnou pravděpodobnost vegetačně suchých období a vláhové podmínky. Rychle rostoucí dřeviny patří mezi světlomilné dřeviny, proto při výběru vhodné lokality musíme posoudit i počet dní se slunečním svitem (Weger, Havlíčková, 2002). Pro posouzení vhodnosti daného stanoviště musíme znát také jeho bonitu, tu zjistíme na základě bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ), kterou můžeme najít v informacích o daném pozemku v katastru nemovitostí. Bonita vyjadřuje půdní a klimatické podmínky, které úzce souvisí s produkční schopností stanoviště a s jeho ekonomickým ohodnocením. Bonita je

vyjádřena pomocí pětimístného čísla. Nejčastěji se tyto dřeviny pěstují na půdách s nižšími bonitami, málokdy na půdách s vysokými bonitami.

3.3.4.3 Kvalita půdních podmínek pro pěstování

Rychle rostoucích dřeviny jsou poměrně nenáročné na půdní podmínky, nejvhodnější stanoviště pro jejich pěstování jsou umístěná na rovině a jejich půda je bohatá na živiny a organické látky. Rostou téměř na všech typech zemědělských půd, jejich produkce je podmíněna zejména teplotou, množstvím hnojení, dostupností vody, světla a živin (Dimitriou, Rutz, 2015).

Mezi vhodné půdy pro tento typ pěstování řadíme hlinitopísčité či jílovitohlinité půdy. Půda by měla obsahovat dostatek vlhkosti a být dobře provzdušněná. Naopak velmi nevhodné jsou půdy rašelinné, humusové, mělké či písčité v sušších oblastech (Stupavský, 2009). Optimální pH půdy se pohybuje v rozmezí od 5 do 7,5. Topoly mají velmi mohutný kořenový systém dosahující až 30 metrů do šířky a několika metrů do hloubky, který potřebuje dostatek prostoru ke svému růstu. Z tohoto důvodu je také důležitá provzdušenost půdy a dostatek kyslíku (Dimitriou, Rutz, 2015).

Rychle rostoucí dřeviny jsou citlivé vůči kyselosti půd, vhodné prostředí je neutrální či slabě kyselé. Požadavkem na půdu je také přítomnost dusíku, fosforu a vápna, tyto prvky podporují tvorbu lepší půdní struktury. Při pěstování bychom měli zabránit degradaci půdy a uchovat její přirozenou funkci (Stupavský, 2009). Půdě příznivě přispívá i opad listí z rychle rostoucích dřevin. V ročním opadu se do půdy dostává zpět až 68 kg dusíku a 34–69 kg organické hmoty z odumřelých kořenů na 1 hektar (Rytter, 2001).

3.4 Pěstování RRD

3.4.1 Příprava výsadby RRD

Při tvorbě plantáže rychle rostoucích dřevin je nejprve nutné vybrat vhodnou plochu k výsadbě, pro kterou je zapotřebí vytvořit projekt. Výběr vhodné plochy je nejdůležitější pro správný průběh celého pěstování. Pozemky pro výsadbu je třeba posoudit dle půdně ekologické jednotky BPEJ (Kravka, 2012). Tato hodnota je vyjádřena pětičíselným kódem, z něhož jsou nejvíce důležité první tři číslice, které značí klimatický region a hlavní půdní jednotku. Ke každému kódu je také přiřazena výše dotace, kterou lze získat na 1 m^2 (Vacek, Simon, 2009).

Půdní jednotka BPEJ nebyla primárně vytvořena za účelem zakládání plantáží, nebere tedy v potaz možnost rozdílného složení půdy v různých částech pozemku. Z tohoto důvodu nelze předpokládat, že v každé části plantáže bude stejný přírůst dřevin. Pro lepší posouzení budoucího výnosu plantáže je vhodnější provést praktický test, který zahrnuje vytvoření několika zkusných ploch a zhodnocení jejich produkce na pozemku zamýšleném k vytvoření porostu. Tento praktický test lze provést především u malých a středních pěstitelů, kteří mají možnost vyčkat přibližně dva roky na výsledek tohoto průzkumu (Kravka, 2012). Pro výběr vhodného pozemku k výsadbě lze také použít výnosové mapy, které jsou dostupné na webových stránkách www.geoportal.gov.cz (Petříková, Weger, 2015).

3.4.2 Založení plantáže RRD

Dalším krokem po výběru vhodného pozemku pro vytvoření plantáže rychle rostoucích dřevin je již její založení. Při výsadbě plantáže jsou využity řízky, pruty či řízkovance. Řízkem se rozumí část prýtu, která je získána řezem, jenž je proveden za účelem vegetativního rozmnožování. V případě výmladkové plantáže se výsadba provádí pouze při jejím zakládání, po sklizni další výhony vyrůstají z pařezových výmladků (Obrázek č.1). Tento proces lze opakovat po dobu 20–25 let, poté dochází ke snížení produkce plantáže a je zapotřebí provést odstranění pařezů a přípravu půdy k dalšímu možnému využití (Kravka, 2012).

*Obrázek 1: Výhony klonu P-Jap105*050 (kříženec topolu černého a maximowiče) vyrůstající po prvním obmýtí z pařezových výmladků (foto autor)*

Před výsadbou samotných řízků, popřípadě prutů či sazenic je třeba půdu řádně připravit. Tato příprava obnáší orbu půdy, odstranění plevele a případné srovnání nerovností plochy tak, aby byly dosaženy co nejvhodnější podmínky k růstu dřevin v prvních měsících po jejich vysazení. Před vysazením řízků je žádoucí jejich namočení do vody po dobu dvou a více dnů v závislosti na kvalitě sadebního materiálu. Tímto krokem lze minimalizovat možný úhyn řízků (Petříková, Weger, 2015).

Řízky je možné sázet buď manuálně, tedy ručně s možností využití ručních sázečů (Petříková, Weger, 2015). Ruční výsadbu lze provést jako jamkovou nebo štěrbinovou. Štěrbinová výsadba je oproti jamkové výsadbě časově výhodnější, za jednu hodinu sázení do připravené půdy je možné zasadit až 80 sazenic na rozdíl od jamkové výsadby, kdy za jednu hodinu sázení do připravené půdy je možné zasadit pouze 20 sazenic, jelikož je

nutné vytvořit jamky pro sazenice. U štěrbinové výsadby nedochází k výraznému prokypření půdy (Kravka, 2012). Druhým z možných způsobů je mechanická výsadba. Tato výsadba je prováděna pomocí sázeče, který lze zapojit například za traktor. Řízky je možné sázet do jednořádkového či dvouřádkového sponu, který určuje jednotlivou vzdálenost mezi sazenicemi (Petříková, Weger, 2015). Jednořádkový spon se nejčastěji využívá u topolů, oproti tomu dvouřádkový spon je nejvíce využíván u vrb (Sloup, 2016). Většinou je čtvercového nebo obdélníkového tvaru. Vrchní pupen by se měl ideálně nacházet přibližně 3 cm nad úrovní půdy (Petříková, Weger, 2015).

Optimální délka řízků je v rozmezí 18–22 cm s průměrem 0,8 – 2,5 cm. Šířka řízků ovlivňuje jejich růst po vysazení. Řízky by měly být vyzrálé a neměly by mít poškozený horní pupen (Obrázek č.2). Silnější řízky v sobě uchovávají větší množství vody a živin, tím pádem je jejich počáteční růst rychlejší (Kravka, 2012). K výsadbě se používají řízky, které pocházejí většinou z jednoletých prýtů. Řízky je vhodné uchovávat při nižší teplotě ve vlhkém prostředí. Je nutné provádět jejich kontrolu před možným napadením plísní (Poleno a kol., 2009). Řízky po výsadbě zakořeňují obvykle do 6 týdnů a na konci vegetačního období mají jejich kořeny délku nad 40 cm. Nejdelší kořeny dosahují délky až 80 cm. (Ahmadloo a kol., 2018).

Obrázek 2: Řízky vhodné k výsadbě (foto autor)

Při zakládání plantáže lze využít jarní či podzimní výsadby. Jarní výsadba probíhá od měsíce března do července, podzimní od října do listopadu. Hustota výsadby závisí na typu rychle rostoucích dřevin. U topolů vhodných pro výrobu štěpky je sázeno 6 000 – 12 000 kusů na 1 ha. U topolů využívaných pro výrobu palivového dřeva je sázeno 1 500 – 2 500 kusů na 1 ha (Sloup, 2016).

3.4.3 Péče o porost RRD

O vysazené řízky je třeba po výsadbě následně pečovat. V prvních měsících po vysazení je pro rašící dřeviny největší hrozbou jim konkurující buřeň, která řízkům brání nejen v přísunu světla, ale také jim omezuje přísun živin a vody. Z tohoto důvodu je třeba provést první odplevelení 1–2 měsíce po výsadbě v závislosti na kvalitě a vlhkosti půdy v konkrétní lokalitě. Odstranění plevele lze provést mechanicky, chemicky či lze využít mulčovací fólie. Při mechanickém vyžínaní se používají v závislosti na velikosti pozemku sekačky, plečky a také rotavátory. Chemické ošetření se provádí pouze v ojedinělých výjimečných případech z důvodu citlivosti rychle rostoucích dřevin na chemické látky.

Mulčovací fólie jsou využívány především na plochách s hojným výskytem plevelů (Kravka, 2012).

V prvním roce se odplevelování provádí ve většině případů 1 až 3krát. Při této příležitosti lze také nahradit v případě vysoké mortality uhynulé řízky novými. V dalších letech již nelze z důvodu rychlého růstu uhynulé řízky nahrazovat, protože by neměly dostatek světla pro svůj růst. Zavedený porost sám zabrání růstu plevele, proto ho již od druhého roku plantáže není třeba odstraňovat (Petříková, Weger, 2015).

V podmínkách České republiky nedochází k přihnojování dřevin hnojivy, neboť se má za to, že půda obsahuje dostatek živin a další živiny porost získá z listového opadu (Bubeník a kol., 2010). Účinek hnojení topolových plantáží není tak velký, jako u plantáží jiných rychle rostoucích dřevin – vrb (Scholz a kol., 2001).

V druhém roce je třeba začít s kontrolou vyrostlých terminálů. Na jednotlivých terminálech poté začínají růst jednotlivé větve, které se nechávají samovolně růst, nebo se mohou prořezávat, tedy vyvětvovat, v závislosti na intenzitě pěstování a požadovaných parametrech dřevin (Kravka, 2012).

Další hrozbou pro porost mohou být škůdci. Topoly napadají mandelinky topolové nebo mšice. Pokud se plantáž nachází nedaleko lesa, zvyšuje se riziko ohrožení také o škody napáchané lesní zvěří, která topoly okusuje a tím zpomaluje jejich růst. Po porušení kůry dochází ke snadnějšímu nakažení houbou. Tyto škody je třeba sledovat a v případě potřeby zasáhnout. Z tohoto důvodu jsou některé plantáže oplocené, nebo se ošetřují přípravky proti okusu (Kravka, 2012).

Hnojení se provádí pouze u porostů na nekvalitních půdách, které se v naší krajině nevyskytují příliš často. Ve většině případů jsou náklady na hnojiva větší než zisky, které získáme zvýšením výnosu plantáže. Na plantážích RRD se částečně uplatňuje proces samovolného návratu živin zpět do půdy z opadaných listů dřevin (Petříková, Weger, 2015).

Dobra růstu topolů do velikosti vhodné ke sklizni se pohybuje v rozmezí 3–6 let v závislosti na způsobu využití. Seč u porostu určeného k výrobě štěpky se provádí v 3–4letých cyklech, u porostů určených k získávání kulatiny jsou tyto cykly dlouhé 5–6 let. U výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin je tedy provedena sklizeň 4 – 8x za 20 let provozování plantáže (Petříková, Weger, 2015).

3.4.4 Ochrana porostu RRD

Plantáže rychle rostoucích dřevin také tvoří vhodný prostor pro různé druhy škůdců, které se zde mohou vyskytovat. Pro škůdce je tento prostor velkým lákadlem hlavně z toho důvodu, že se jedná o monokulturní porosty tvořené jednou dřevinou (Kravka, 2012). Další hrozbou pro porost rychle rostoucích dřevin je lesní zvěř. Lesní zvěř na plantážích RRD způsobuje rozsáhlé škody okusem a ohryzem dřevin. Plantáže jsou také vhodné pro zvěř jako útočiště, zvěř se zde ukrývá a nocuje.

Nejrozšířenějším škůdcem na plantážích RRD jsou mandelinky. Objevuje se zde například mandelinka topolová (*Chrysomela populi*), osiková (*Chrysomela tremulae*), úzká (*Phratora vitellinae*), okrouhlá (*Plagiodera versicolora*) či lesklá (*Phratora vulgatissima*). Dalšími škůdci, které můžeme nalézt v porostech rychle rostoucích dřevin jsou ku příkladu nesytka ovádová (*Paranthrene tabaniformis*), zobonoska topolová (*Byctiscus populi*), kozlíček osikový *(Saperda populnea*), kozlíček topolový (*Saperda carcharias*), hranostajník vrbový (*Cerura vinula*) a krytonosec olšový (*Cryptorhynchus lapathi*) (Kravka, 2012). Tito škůdci jsou nebezpeční zejména na nově vysazených plantážích v blízkosti stávající plantáže, nebo po každém obmýtí, kdy dochází k tvorbě výmladků (Kohout a kol., 2011). Zásahy vedené člověkem se proti těmto škůdcům provádějí pouze ve výjimečných případech. Dalším škodlivým činitelem na plantážích rychle rostoucích dřevin mohou být virózy listů, které mohou být přenášeny roztoči a mšicemi. Škody na plantážích působí také různé druhy hub, mezi které patří houbové choroby listů způsobené rzemi, nebo houbové choroby kůry. Mohou se zde vyskytovat ale i běžné dřevokazné houby, kterými jsou například václavka obecná (*Armillaria mellea*), ohňovec obecný (*Phellinus igniarius*), šupinovka (*Pholiota*) a sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*) (Kravka, 2012).

3.4.5 Sklizeň plantáže RRD

Rychle rostoucí dřeviny je nejvhodnější sklízet v zimních měsících. V tomto období obsahují minimální množství vody, zásobní látky a živiny jsou uloženy v kořenech pod zemí. Také půda je v zimních měsících zmrzlá, tím pádem nedochází k jejímu znehodnocování. Zmrzlá půda je také vhodnější pro pojezd mechanizace. Velkou výhodou zimní sklizně je také využití volných kapacit strojů a pracovníků v zemědělství. Sklizeň v letních měsících, kdy strom obsahuje největší procento vody, může být následně pro plantáž likvidační (Poleno a kol., 2009).

Sklizeň plantáže je možné provést dvěma různými způsoby. První možný způsob je pokácení a následné seskupení prýtů do svazků, tento způsob je možné provést pomocí motorové pily a křovinořezu (Obrázek č.3). Následně jsou prýty ponechány 1–2 měsíce za účelem vyschnutí na plantáži či jiném místě. Po jejich vyschnutí dochází ke štěpkování. Tento typ paliva lze využít především v zařízeních s nižším výkonem (Poleno a kol., 2009).

Obrázek 3: Ruční sklizeň plantáže RRD pomocí křovinořezu (foto autor)

Druhým způsobem je využití plně mechanizované sklizně pomocí sklízecích strojů (kombajnů), které prýty pokácejí a zároveň provedou i proces štěpkování (Obrázek č.4). Tato štěpka obsahuje více vody, proto ji lze spalovat pouze v zařízeních s vyšším výkonem. Její výhodou je ovšem časová nenáročnost a omezení manipulace s prýty (Poleno a kol., 2009).

Obrázek 4: Plně mechanizovaná sklizeň plantáže pomocí sklízecího stroje – kombajnu (foto autor)

V průběhu let se snižuje výnosnost plantáže RRD. Důsledkem toho je žádoucí přibližně po 20 letech plantáž uvést do původního stavu. V tom případě je nutné odstranit pařezy a kořeny. Následující rok po zrušení plantáže je třeba zemědělskou půdu oset jinou plodinou (Poleno a kol., 2009).

3.4.6 Možnosti využití mechanizačních prostředků při pěstování RRD

Příprava plochy k založení plantáže může být provedena na celé ploše, v pásech nebo pouze pomístně, kde bude následně provedena výsadba. Celoplošná příprava plantáže je nejnákladnější. Její výhodou je ale jednolitost zpracování plochy. Tato příprava se využívá především na lehčích půdách, které nepodléhají erozi. Celoplošná příprava je prováděna pomocí pluhů, bran a smyků, které jsou taženy traktorem. Pásová neboli pruhová příprava půdy je méně nákladná, snižuje možný výskyt eroze, ovšem její nevýhodou je částečné zachování buřeně, kterou je nutné minimalizovat. Pruhová příprava je prováděna pomocí oddrnovacích a diskových pluhů, nebo půdní frézy. Pomístná příprava půdy se provádí pouze v těsné blízkosti vysazených dřevin a užívá se jen na malých plochách. Při pomístné přípravě jsou využívány ploškovače, motyky, rýče či sekeromotyky (Kravka, 2012).

Při výsadbě plantáže se používají sekeromotyky, sazáky, jamkovače, bagrové lopaty či zalesňovací stroj (Kravka, 2012).

Výchova porostů je zaměřena především na odstranění buřeně, k čemuž je nejčastěji využíván křovinořez. Na plochách o menších rozměrech lze k odstranění buřeně využít také srp či kosu (Kravka, 2012).

Sklizeň plantáže může být plně mechanizovaná nebo částečně mechanizovaná. Při plně mechanizované sklizni se používá velká samohybná technika – kombajn, který pracuje podobně jako řezačka na kukuřici, tedy pokácí dřevní hmotu a následně vytvoří štěpku. Tento způsob je rychlejší a využívá se především na velkých plantážích. Při částečně mechanizované sklizni se ke kácení dřevin využívají křovinořezy či ruční motorové pily, následně je dřevní hmota nakládána na vyvážecí traktor a odvážena na odvozní místo nebo k nejbližší komunikaci (Obrázek č.5), kde dochází ke štěpkování pomocí štěpkovače (Obrázek č.6) (Kravka, 2012).

Obrázek 5: Vyvážecí traktor nakládající dřevní hmotu při sklizni plantáže RRD (foto autor)

K odvozu štěpky do teplárny či elektrárny se nejčastěji využívají nákladní automobily, nebo traktory s kontejnery, přívěsy a návěsy (Kravka, 2012).

Obrázek 6: Štěpkování dřevní hmoty pomocí štěpkovače na odvozním místě a následné nakládání vzniklé štěpky na nákladní automobil (foto autor)

3.5 Způsoby využití biomasy RRD

Biomasu můžeme popsat několika různými způsoby. Dle Směrnice 2001/77/EC je biomasou nazývána část odpadu, kterou lze biologicky rozložit. Tento odpad pochází z lesnické, průmyslové a zemědělské činnosti. Nařízení vlády č. 352/2002 Sb. biomasu popisuje jako materiál rostlinného původu, který lze využít jako palivo pro získání energie (Jakubes a kol., 2006).

Práce je zaměřena především na biomasu pocházející ze zemědělského sektoru, konkrétně jde o energetické byliny a dřeviny. Jedná se o zdroj suché lignicelulózové biomasy, která obsahuje 12,5 – 50 % vody. Tento zdroj je primárně určen pro energetické využití, ale může být využit také v papírenském průmyslu jako materiál pro výrobu celulózy, nebo v dřevozpracujícím průmyslu na výrobu dřevotřískových desek. Využívá se technologie především spalování a zplyňování pro přeměnu hmoty (Jakubes a kol., 2006). Biomasa pocházející z rychle rostoucích dřevin může být spalována ve formě štěpky, dále se takto získaný zdroj biomasy může využívat pro výrobu briket a pelet. Při úpravě biomasy je zapotřebí 10 % energie, která je v ní obsažena (Brüggemann, 2000). Pelety vyrobené z rychle rostoucích dřevin splňují přísné normy na obsah popela při spalování a jsou tak vhodné i pro použití v obytných zástavbách. Obsah popela je jednou

z rozhodujících vlastností paliva (Kamperidou a kol., 2018). Základní význam má využití biomasy pro přímé spalování v kotlích zejména malých spotřebitelů, kteří využívají lokální topeniště (kamna, krby, krbová kamna či pece) o výkonu několika kW. Dále menší spotřebitelé využívají malé a střední kotle na biomasu, které se liší výkonem. Jedná se o nejméně problémový tepelný zdroj využívající tuto biomasu (Jakubes a kol., 2006).

Obrázek 7: Štěpka vzniklá štěpkováním rychle rostoucích dřevin (foto autor)

Další možné využití biomasy z RRD je v elektrárnách či teplárnách ve spoluspalování s uhlím. První elektrárnou, kde bylo toto spoluspalování využito, byla Elektrárna Hodonín. Mezi další, které dokáží v současnosti spoluspalovat uhlí s biomasou, patří elektrárna Poříčí a teplárna Dvůr Králové nad Labem, elektrárna Tisová a Ledvice. V těchto elektrárnách a teplárnách je biomasa spalována společně s hnědým uhlím (Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely, 2007).

3.6 Produkční potenciál porostu RRD

Plantáže rychle rostoucích dřevin se sklízí ve velmi krátkém obmýtí, které je v podmínkách České republiky 4–6 let. V méně příznivých podmínkách je obmýtí až 8 let, to znamená, že po dobu životnosti plantáže, která je 20–25 let, bude plantáž sklizena 4x – 5x. Pro tuto dobu existence plantáže se počítá průměrný výnos 7– 8tun sušiny na 1 ha za rok průměrně za celou dobu životnosti plantáže. To znamená že na 1 ha činí

průměrný výnos 200 tun sušiny za dobu existence plantáže RRD (Rychle rostoucí dřeviny, 2011) (Celjak, 2010).

3.7 Ekonomické zhodnocení pěstování RRD v České republice

Před založením plantáže rychle rostoucích dřevin je třeba vypracovat projekt. V projektu je uvedeno jeho zadání, popis lokality a pozemků, technická zpráva pro založení reprodukčního porostu a ekonomická část, tedy kalkulace nákladů. Technická zpráva obsahuje schéma výsadby matečnic, předsadební přípravu, termín a způsob provedení výsadby, používanou ochranu proti plevelům, zálivku a hnojení (Weger, 2004). Tento projekt lze zahrnout do režijních nákladů, které můžeme ve srovnání s ostatními náklady považovat za minoritní.

Nejvyšší náklady jsou vynaloženy na založení plantáže, při kterém je nejnákladnější nákup samotných řízků. Vyšší investice na nákup kvalitních řízků ušetří možné další náklady na dosadbu. V následujícím roce po založení plantáže a výsadbě je třeba vynaložit další náklady na odstranění buřeně a ochranu plantáže. Další náklady je nutné vynakládat až při následné sklizni, která nastává po 3–6 letech od založení plantáže (Sloup, 2016).

Výnosy jsou realizovány v průběhu celého cyklu plantáže podle skutečného přírůstu dřevní hmoty. Produkce dřeva je nejvyšší v prvních 10 letech existence plantáže, kdy za jeden rok na 1 ha přiroste dřevní hmota s energetickou hodnotou přibližně 180 GJ. Tato energetická bilance je 5x až 9x vyšší než u jednoletých potravinářských plodin (Sloup, 2016).

Finanční zisky jsou realizovány až při prodeji produktu konečným spotřebitelům a jejich výpočet je proveden rozdílem mezi celkovými výnosy a náklady. Následující cykly plantáže jsou eliminovány o náklady na přípravu projektu a prvotní výsadbu. V posledním cyklu je třeba navíc zaplatit náklady na uvedení plantáže do původního stavu před výsadbou (Sloup, 2016).

Jeden z důvodů, vysvětlujících výhodnost pěstování rychle rostoucích dřevin je ten, že se díky němu rozšiřuje produkce dříví také mimo lesní půdu. Produkce dříví z topolů tvoří výrazný podíl přibližně 10 % v celkovém množství roční produkce dřevní hmoty. Náklady na založení plantáže RRD jsou významně vyšší než náklady na založení jiné

kultury, například smrkové. Přesto je konečný výnos plantáže RRD signifikantně větší než výnosy jiných dřevin (Poleno a kol., 2009).

4. Metodika

4.1 Popis zkoumaného zájmového území

Zájmové území zkoumané v bakalářské práci se nachází na území východních Čech v katastrálním území Krabčice. Katastrální území Krabčice leží u obce Dolany v okrese Náchod v Královéhradeckém kraji, mezi obcemi Krabčice a Vlčkovice v Podkrkonoší v nadmořské výšce 280 m.n.m. Plocha se nachází na pozemkových parcelách číslo 169/6 a 169/8, které mají dohromady výměru 25 776 m^2. Vlastníkem těchto pozemků je Ing. Dušan Sedláček, který je zároveň také vlastníkem zde založené plantáže RRD. Jedná se o zemědělskou ornou půdu. Jednotka BPEJ těchto pozemků dle katastru nemovitostí je 51100. Toto číslo udává, že se jedná o mírně teplý a mírně vlhký region, kde se průměrná roční teplota pohybuje mezi 7–8 °C a průměrný roční úhrn srážek je zde 550–650 mm. Na této lokalitě se nacházejí typické hnědozemě včetně slabě oglejených forem na sprašových hlínách. Jde o bezskeletovitou půdu s celkovým obsahem skeletu do 10 %. Vodní režim v dané oblasti je příznivý až vlhčí.

Obrázek 8: Zkoumané zájmové území – červeně vyznačeno (zdroj: https://www.cuzk.cz/)

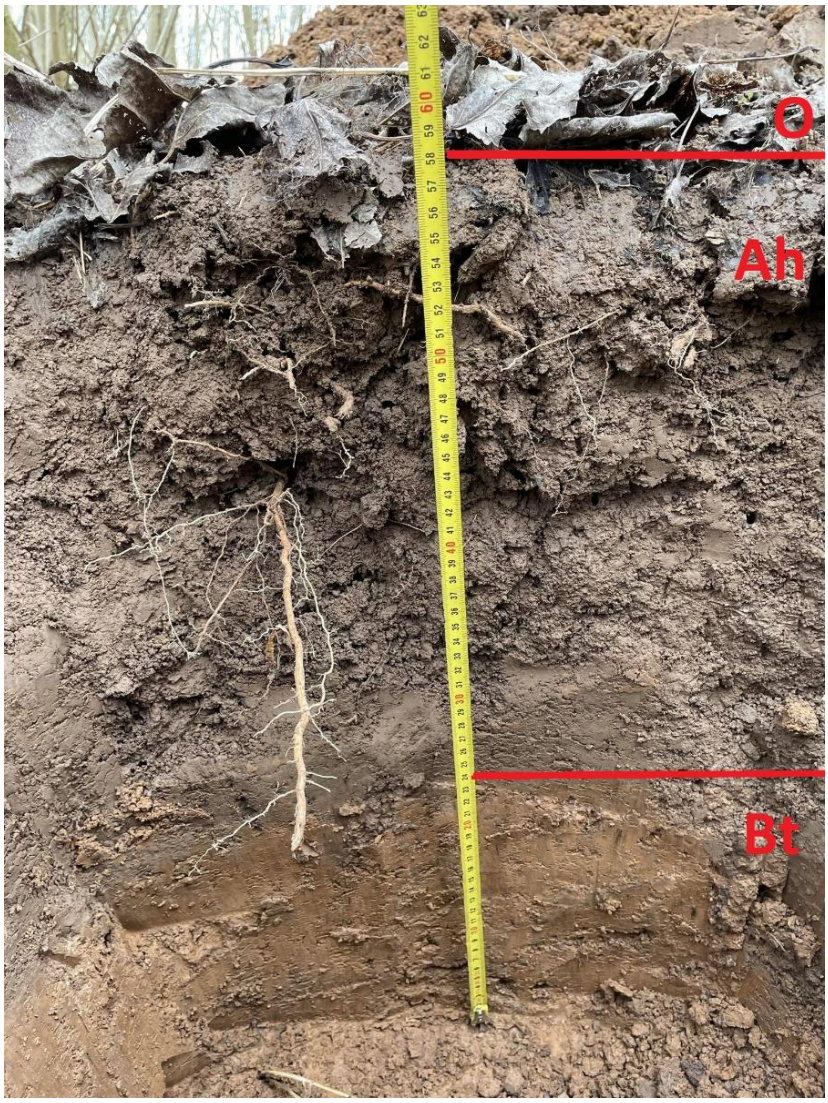
Rychle rostoucí dřeviny byly na těchto pozemcích vysazeny jeho vlastníkem v roce 2014 z důvodu nadšení vlastníka pozemků pro obnovitelné zdroje energie a zejména pak zájem o biomasu. Před samotnou výsadbou bylo nutné požádat příslušný orgán státní správy o vydání rozhodnutí k rozšiřování geograficky nepůvodních druhů rostlin do

krajiny. Na dané lokalitě byl vysazen kříženec topolu černého *(Populus nigra)* a topolu maximowiče *(Populus maximowiczii)*, konkrétně klon *P-Jap105*050* ve 100% zastoupení.

Výsadba byla provedena na výměře 23 500 m^2, kde bylo vysázeno dohromady 11 750 řízků kříženec topolu černého a topolu maximowiče do jednořádku ve sponu 3 x 0,7 m, což odpovídá přibližně 5000 ks/ha. Plantáž čítá 41 řádků vzdálených 3 metry od sebe, řádky se směrem k severu zkracují. Řízky o délce 18–22 cm byly vysázeny ručně do předem připravené půdy. V prvním roce po výsadbě byla v meziřádcích 3x mulčována buřeň pomocí mulčovače na malotraktoru. Ve druhém roce se buřeň mulčovala už pouze jednou, protože vysazení jedinci již odrostli buřeni.

4.2 Posouzení stavu půdy z morfologického hlediska

Posouzení stavu půdy bylo provedeno pomocí vykopání půdní sondy do hloubky 60 cm. Půdní sonda byla vykopána ve středu zkoumaného zájmového území – plantáže RRD. Půdní sonda byla vykopána na rovině a orientována na východ. Při kopání půdního profilu bylo oblačno a teplota činila 5°C. Jedná se o kvalitní zemědělskou ornou půdu. Jednotka BPEJ na této půdě je 51100 podle údajů z katastru nemovitostí. Na základě jednotky BPEJ lze určit, že se jedná o mírně teplý a mírně vlhký region. Nachází se zde typické hnědozemě. Prokořenění porostu sahalo do hloubky 20 cm, což je patrné z půdního profilu (Obrázek č. 9).



Obrázek 9: Půdní profil – hnědozem (foto autor)

Popis půdního profilu:

Hnědozem

O – mocnost 5 cm, L (horizont opadanky) – tvořen opadem listí (Obrázek č.10), Hz (horizont měli) – zoogenní horizont měli (znatelné působení půdní fauny), forma nadložního humusu – mul

Ah – mocnost 5–34 cm, barva 10YR 4/4 tmavě hnědá, drobně polyedrická (krupnatá) struktura, vlahé, zrnitost: jílovito-hlinitá, soudržná konzistence, bez výskytu novotvarů, znatelné silné prokořenění půdy, viditelné působení půdní fauny – chodbičky žížal a žížaly

Bt – mocnost 34–59 cm, barva 10YR 5/8 světle hnědá, polyedrická struktura, vlhké, zrnitost: hlinito-jílovitá, plastická konzistence, bez výskytu novotvarů, nevyskytuje se zde prokořenění

Obrázek 10: Horizont opadanky tvořen opadem listí z topolů (foto autor)

4.3 Vytvoření zkusných ploch

Zkusné plochy na této ploše byly vytvořeny s ohledem na stejnověkost a stejnorodost porostu na základě taxačních tabulek LESPROJEKT, ústav inženýrské činnosti, Brandýs nad Labem z roku 1985, konkrétně tabulky č. 4 – Grafikonu pro vytyčování kruhových zkusných ploch. Na základě tohoto grafikonu bylo vytvořeno celkem 7 kruhových zkusných ploch, jejichž průměr je 6 metrů. Jednotlivé zkusné plochy byly označeny čísly od 1 do 7. Zkusná plocha zahrnuje v roce 2020 přibližně 15 jedinců a po obražení kmínků v letech 2021 a 2022 jedna zkusná plocha zahrnuje až 59 jedinců. Středy zkusných ploch v porostu byly vymezeny pomocí pásma a následně vyznačeny ocelovými kolíky zaraženými do země, které byly natřeny červenou barvou. Před samotným měřením byl na střed zkusné plochy, který představuje ocelový kolík, připevněn provázek o délce 3 metry, na jehož základě se po celém obsahu kruhu lesnickým sprejem vyznačily zaujaté stromy. Takto označené stromy byly následně měřeny.

4.4 Sbírání dat

Po 6 letech existence plantáže rychle rostoucích dřevin v únoru roku 2020 proběhlo první měření a následně první těžba porostu. Měření bylo uskutečněno na vytyčených kruhových zkusných plochách a byla zde měřena tloušťka dřevin ve výšce 1,3 metrů nad zemí a dále jejich výška. Měření bylo provedeno pomocí lesnické průměrky a laserového výškoměru značky Nikon Forestry Pro. Tímto způsobem bylo změřeno 105 jedinců. Naměřené tloušťky a výšky jedinců byly velmi podobné, nebyly zde zaznamenány výrazné výkyvy od průměru. Na konci měsíce února roku 2020 zde proběhla první těžba porostu. Těžba byla provedena pokácením jedinců pomocí ruční motorové pily. Následně byly stromy za pomoci vyvážecího traktoru soustředěny na odvozní místo. Na odvozním místě byly následně seštěpkovány a poté byla vzniklá štěpka odvezena pomocí nákladních automobilů do Elektrárny Poříčí, která je vzdálena necelých 30 km. Po této sklizni na jaře 2020 pařízky obrazily a na každém z nich bylo přibližně 2–5 nových prýtů. Tyto prýty byly na konci vegetačního období vysoké cca 2 metry a jejich průměr byl do 1 centimetru. Vzhledem k takto malým průměrům nebylo na podzim roku 2020 provedeno měření přírůstu.

Druhé měření proběhlo po obnově na konci října 2021. Měření proběhlo na vytyčených kruhových zkusných plochách a stejně jako u prvního měření byly měřeny tloušťky jedinců pomocí průměrky. Naměřené průměry stromů nedosahovaly hodnoty hroubí, které je 7 cm. Poslední třetí měření bylo provedeno v prosinci roku 2022. Při tomto měření byla stejně jako v přechozím měření v roce 2021 měřena tloušťka jedinců ve výšce 1,3 m nad zemí. Tloušťka byla měřena pomocí lesnické průměrky. Naměřené hodnoty tlouštěk stromů byly na rozmezí hmoty hroubí a nehroubí.

Pro stanovení přesných objemů stromů naměřených v letech 2021 a 2022, které byly na hranici a pod hranicí hroubí, bylo nutné v daném případě vytvořit nový růstový koeficient. Tento růstový koeficient byl vytvořen pomocí zjištění přesného objemu 40 náhodně vybraných jedinců na celé ploše porostu. Tyto stromy byly pokáceny a změřeny v metrových sekcích. Sekce byly změřeny pomocí pásma a vyznačeny lesnickým sprejem. V každé metrové sekci byl změřen průměr pomocí průměrky v její polovině a dále pak celková délka stromu pomocí lesnického pásma.

4.5 Zpracování dat

Naměřená data byla přepsána a následně zpracována v programu MS Excel. Data pocházející z měření, které proběhlo před sklizní v měsíci únoru roku 2020 byla použita k získání objemu celkové zásoby porostu – vytvoření objemové hmoty za jedno obmýtí (6 let). Objem stromu byl vypočítán pomocí Československých objemových tabulek (Petráš, R. – Pajtík, J.: Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín, Lesnícký časopis, 1/1991). Rovnice pro výpočet objemu je následující:

1,066333(0,000023284*(D+1)^(1,8703-0,0068*LOG(D+1))*H^(1,1769+0,0346*LOG(H))0,01)^1,027266*(0,000023284*(D+1)^(1,87030,0068*LOG(D+1))*H^(1,1769+0,0346*LOG(H))*(100-(67,628*(D+1)^0,0024/H^0,4331))/100/(0,000023284*1,8703-0,0068*LOG(D+1))*H^(1,1769+0,0346*LOG(H))).*

Pro následující měření obnoveného porostu v letech 2021 a 2022 se s ohledem na skutečnost, že se jednalo převážně o hmotu nehroubí, vytvořil vlastní vzorec pro výpočet přesného objemu dřevin. Tento vzorec vznikl na základě měření náhodné skupiny stromů po metrových sekcích. Objem jednoho stromu byl vypočítán pomocí Huberova vzorce následujícím způsobem: $V= g_{½}*l =\pi d^2/4*l$, kde V je objem stromu, g je plocha průřezu kmene v polovině jeho délky – což je obsah kruhu, který se matematicky vypočítá jako $\pi d^2/4$, kde d je průměr kmene, a l je délka celého kmene. Takto po jednotlivých sekcích byly vypočítány objemy u celé skupiny 40 náhodně vybraných stromů. Z těchto objemů se zjistila prokazatelná závislost objemu kmene na jeho tloušťce s výslednou rovnicí $y=0,0001x^{2,3002}$, kde y je objem kmene a x je jeho tloušťka. Na základě tohoto vytvořeného vzorce byly zjištěny objemy stromů po prvním obmýtí v letech 2021 a 2022 na sedmi kruhových zkusných plochách.

5. Výsledky

5.1 Výsledky měření před prvním obmýtím porostu v roce 2020

Na 7 zkusných plochách v porostu bylo v roce 2020 změřeno celkem 105 stromů. Z výsledků vyplývá, že průměrná tloušťka měřených stromů je 12 cm. Průměrná výška všech změřených stromů je 12,98 m. Průměrný objem jednoho stromu je 0,05 m^3. Průměrná zásoba na 1 zkusné ploše je 0,78 m^3, z čehož vyplývá průměrná zásoba na 1 hektar, která činí 277 m^3. Měření bylo prováděno na šestiletém porostu, z toho vyplývá, že průměrný roční přírůst předmětné plantáže byl 46,17 m^3/ha/rok.

Tabulka 2: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2020

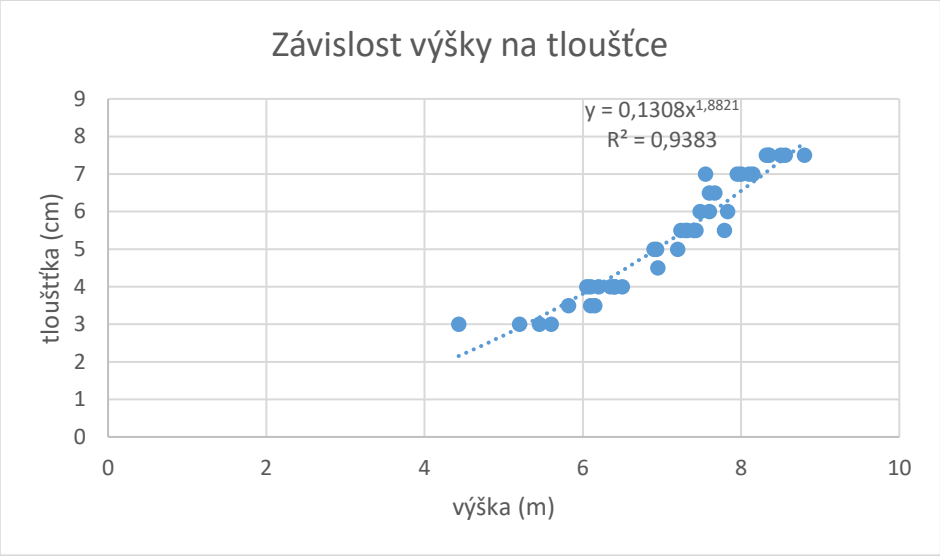
Měření 2020	plocha 1	plocha 2	plocha 3	plocha 4	plocha 5	plocha 6	plocha 7
Počet měření	15	16	15	14	16	14	15
Průměrná tloušťka stromu (cm)	11,98	11,61	12,07	12,2	11,82	12,26	12,25
Průměrná výška stromu (m)	13,3	12,97	12,96	12,92	12,86	12,93	12,94
Průměrný objem stromu (m^3)	0,053	0,048	0,052	0,053	0,049	0,054	0,054
Zásoba na ploše (m^3)	0,8	0,77	0,78	0,74	0,79	0,75	0,8
Zásoba na 1 ha (m^3)	285,714	275	278,571	264,286	282,143	267,857	285,714

Zdroj: vlastní zpracování

5.2 Vytvoření vlastního vzorce pro výpočet objemu kmene

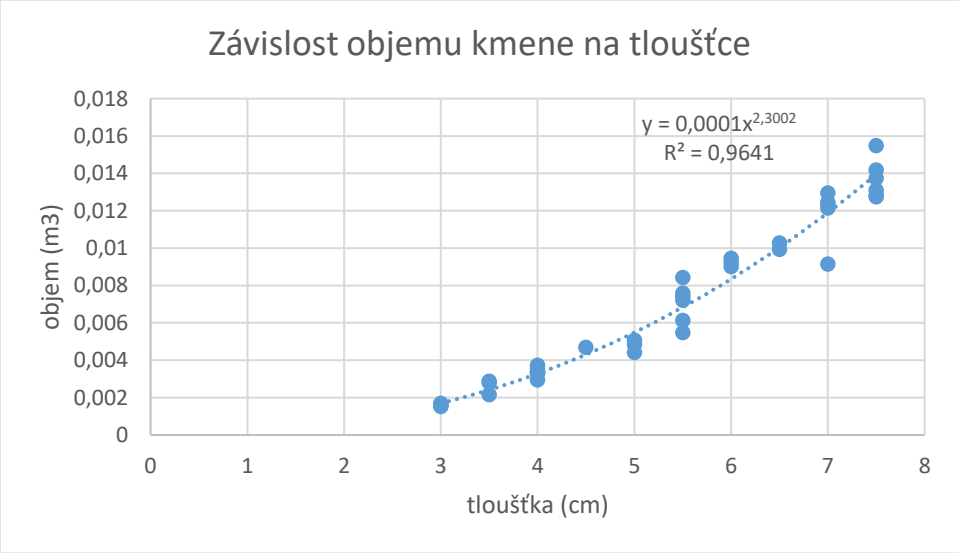
Vzhledem k naměřeným hodnotám, které v roce 2021 nedosahovaly hroubí a v roce 2022 byly na rozmezí hroubí a nehroubí, se v porostu změřil objem 40 stromů pomocí měření po metrových sekcích. Z měření vyšlo následující:

Z níže uvedeného grafu (Graf č.1) je prokazatelná závislost výšky stromu na jeho tloušťce.



Graf 1: Závislost výšky na tloušťce, zdroj: vlastní zpracování

Z grafu číslo 2 je prokazatelná závislost mezi objemem kmene a jeho tloušťkou.



Graf 2: Závislost objemu kmene na tloušťce, zdroj: vlastní zpracování

Z níže uvedeného grafu (Graf č.3) je prokazatelná závislost mezi objemem kmene a jeho výškou.

Graf 3: Závislost objemu kmene na výšce, zdroj: vlastní zpracování

Pro účely zjištění objemu kmene se zvolila rovnice závislosti objemu kmene na tloušťce, která má tyto parametry $V=0{,}0001d^{2{,}3002}$. Byla zvolena nejen s ohledem na korelační koeficient R, který se blíží hodnotě 1, ale také s ohledem na možnost zjištění objemu pouze na základě tloušťky kmene.

5.3 Výsledky měření po prvním obmýtí v roce 2021

Na základě výše stanovené rovnice závislosti objemu kmene na tloušťce byly na předmětných sedmi zkusných plochách naměřeny tyto výsledné hodnoty (Tabulka č.3).

Tabulka 3: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2021

Měření 2021	plocha 1	plocha 2	plocha 3	plocha 4	plocha 5	plocha 6	plocha 7
Počet měření	54	50	56	58	53	59	51
Průměrná tloušťka stromu (cm)	3,22	2,93	2,74	3,08	3,36	3,27	3,15
Průměrný objem stromu (m^3)	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Zásoba na ploše (m^3)	0,098	0,081	0,084	0,11	0,115	0,13	0,103
Zásoba na 1 ha (m^3)	35,01	28,86	29,98	39,28	41,09	46,3	36,67

Zdroj: vlastní zpracování

Z počtu měřených jedinců na zkusných plochách je patrné výmladkové zmlazení topolů, kde z jednoho původního kmene vyrůstá 2–5 nových výhonů. Na první zkusné ploše z jednoho kmínku obrazilo průměrně 3,6 nových výhonů. Na druhé zkusné ploše z jednoho kmínku obrazilo průměrně 3,1 nových výhonů. Na třetí zkusné ploše obrazilo v průměru 3,7 nově vzniklých výhonů. Na čtvrté zkusné ploše obrazilo po prvním obmýtí z jednoho kmínku v průměru 4,1 výhonů. Na páté zkusné ploše obrazilo z jednoho kmínku průměrně 3,3 nových výhonů. Na šesté zkusné ploše obrazilo z jednoho kmínku v průměru 4,2 nově vzniklých výhonů. Na poslední sedmé zkusné ploše obrazilo z jednoho kmínku průměrně 3,4 nových výhonů.

Průměrná tloušťka stromů na zkusných plochách se pohybuje od 2,74 cm do 3,36 cm. Průměrná tloušťka dřevin na všech sedmi zkusných plochách činí 3,11 cm. Průměrný objem jednoho stromu má velmi nízkou hodnotu, po zaokrouhlení na tisíciny má na všech sedmi zkusných plochách hodnotu 0,002 m^3. Zásoby na zkusných plochách se pohybují od 0,084 m^3 do 0,130 m^3. Průměrná zásoba na všech sedmi zkusných plochách je 0,103 m^3, čemuž odpovídá průměrná celková zásoba na 1 ha, která činí 36,74 m^3. Průměrný roční přírůst v tomto případě je 18,37 m^3. Takto nízký přírůst poukazuje na skutečnost, že v prvním roce po obmýtí vydala dřevina veškerou energii na svou obnovu – do vytvoření pařezových výmladků, a objemová hmota těchto nově vzniklých výmladků byla neměřitelná. Pařezové výmladky začínají vykazovat objemové přírůsty až ve druhém roce po obnově.

5.4 Výsledky měření v roce 2022

Průměrná tloušťka stromů na zkusných plochách se ve třetím roce po obmýtí pohybuje od 4,83 cm do 5,36 cm. Průměrná tloušťka dřevin na všech sedmi zkusných plochách činí 5,09 cm. Je zde patrný tloušťkový přírůst, který je zhruba o 2 cm vyšší než v roce 2021. Průměrný objem jednoho stromu se oproti minulému měření zvýšil 2,5x na průměrnou hodnotu 0,005 m^3. Zásoby na zkusných plochách se pohybují v rozmezí od 0,259 m^3 do 0,317 m^3. Průměrná zásoba na zkusné ploše je 0,288 m^3. Při přepočtení na 1 ha činí průměrná zásoba 102,82 m^3 za tři roky růstu po obnově. Z tohoto údaje vychází průměrný roční přírůst 34,27 m^3. Tento průměrný roční přírůst je opět ovlivněn růstem v prvním roce po obmýtí, kdy porost nevykazoval měřitelný objemový přírůst. Přírůst mezi druhým a třetím rokem je 66,08 m^3. Tento přírůst je velmi dobrý a pokud by byl podobný přírůst i v následujících letech pak ve druhém

obmýtí po 6 letech v roce 2026 by porost vykazoval zásobu 366 m^3 na 1 ha. Tato hodnota by byla o 89 m^3 vyšší než zásoba porostu při prvním obmýtí v roce 2020.

Tabulka 4: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2022

Měření 2022	plocha 1	plocha 2	plocha 3	plocha 4	plocha 5	plocha 6	plocha 7
Počet měření	54	50	56	58	53	59	51
Průměrná tloušťka stromu (cm)	5,36	5,3	4,99	4,83	5,16	5,03	4,97
Průměrný objem stromu (m^3)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005
Zásoba na ploše (m^3)	0,285	0,259	0,292	0,285	0,305	0,317	0,272
Zásoba na 1 ha (m^3)	101,95	92,55	104,15	101,9	108,95	113,26	97

Zdroj: vlastní zpracování

5.5 Zhodnocení pěstování RRD na zkoumaném zájmovém území z ekonomického hlediska

5.5.1 Založení a péče o plantáž RRD

Plantáž rychle rostoucích dřevin na zkoumaném zájmovém území byla založena v roce 2014 na orné půdě. Vlastník plantáže se rozhodl s ohledem na používanou mechanizaci pro pěstování v obdélníkovém sponu 3 x 0,7 m, což odpovídá množství přibližně 5000 kusů řízků na 1 ha. Předmětná plantáž má celkovou výměru 23 500 m^2. Této rozloze odpovídá množství 11 750 řízků, které zde byly vysazeny.

Náklady spočívaly v prvé řadě na přípravu půdy pro sázení, která zahrnovala uvláčení zoraného pole. Tyto náklady činily 875 Kč na 1 ha, dohromady 2056 Kč. Dalším nákladem byl nákup samotných řízků, které byly pořízeny za cenu 2,50 Kč/řízek, celkově tedy 29 375 Kč. Samotná výsadba řízků, která byla prováděna ručně stála celkem 10 000 Kč, což odpovídá 0,85 Kč za vysazení jednoho řízku. Tyto ekonomické podklady k založení plantáže poskytl její vlastník podle údajů ze zakládání plantáže v roce 2014. V tomto prvním roce existence plantáže byla celkem 3x provedena údržba mulčováním v celkové ceně 7 500 Kč. V následujícím druhém roce existence plantáže byl pouze jediný náklad, a to na jedno mulčování v ceně 2 500 Kč. Ceny za zemědělské činnosti byly převzaty od společnosti Rýcholka s.r.o., IČ:48151092. Dále až do doby sklizně v roce 2020 plantáž nevyžadovala žádnou další údržbu.

Na předmětný pozemek byla poskytnuta zemědělská dotace – jednotná platba na plochu od Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF), která od roku 2014 do roku 2019 činila celkem 96 777 Kč.

5.5.2 Sklizeň plantáže RRD

V únoru roku 2020 byla provedena sklizeň předmětné plantáže. Byla provedena ručně za pomoci motorové pily a následného naložení a odvozu dřevní hmoty vyvážecím traktorem na odvozní místo ke státní komunikaci, kde byla následně seštěpkována, naložena na nákladní automobily a odvezena do Elektrárny Poříčí.

Ruční sklizeň pomocí motorové pily dohromady na celé ploše stála 37 000 Kč, tj. 15 745 Kč na 1 ha. Naložení a odvoz dřevní hmoty na odvozní místo vyvážecím traktorem, kde průměrná dopravní vzdálenost činila 140 metrů, vyšel celkem na 59 000 Kč, tj. 25 106 Kč na 1 ha. Ceny za těžbu a přibližování poskytla společnost FACHR s.r.o., IČ:28789148. Štěpkování dřevní hmoty štěpkovačem na odvozním místě bylo dohromady vyčísleno na 114 000 Kč. Bylo seštěpkováno celkem 1520 prostorových metrů štěpky, což je v přepočtu 608 m^3 dřevní hmoty. Cena za dopravu štěpky z plantáže do Elektrárny Poříčí vzdálené necelých 30 km činila celkem 75 759 Kč. Ceny za štěpkování a odvoz dřevní hmoty poskytla společnost Olbram CZ s.r.o., IČ:07860064.

5.5.3 Likvidace plantáže a její uvedení do původního stavu

Po ukončení životnosti plantáže, která je odhadována na čtyři obmýtí, je zapotřebí odstranit pařízky pomocí pařezové frézy. Tento proces vychází v současné době na 30 000 Kč na 1 ha. Pokud se bude porost navracet do trvalého travního porostu, tak se náklady zvýší o setí travního semene a válcování v ceně 7 500 Kč/ha. Ceny za likvidaci plantáže a následné osetí travním semenem poskytla společnost Rýcholka s.r.o., IČ:48151092.

5.5.4 Prodej biomasy z plantáže v roce 2020

Prodej biomasy byl realizován prostřednictvím firmy, která měla na daný rok sklizně smlouvu se společností ČEZ, a.s. na dodávku štěpky pro energetické využití. Společnost ČEZ, a.s. neumožňuje obchodovat s biomasou přímo vlastníkům plantáží RRD, z tohoto důvodu musí vlastníci prodej uskutečňovat přes společnosti vybrané

skupinou ČEZ, a.s. Podkladem k fakturaci za dodanou biomasu je níže uvedená tabulka (Tabulka č.5).

Tabulka 5: Fakturační tabulka k dodávce biomasy

Elektrárna Poříčí				Qspal = 18,74				Hf = 5,72									
Poř.	Alternativní kód	Dod. list	Č. dodávky	Datum	SPZ	Č. vzorku	Brutto [t]	Tára [t]	Netto [t]	Wtr [%]	Ar [%]	Qir [MJ/kg]	Qsd (MJ/kg)	Teplo [GJ]	Cena dodávky		
															sazba [Kč/GJ]	cena [Kč/GJ]	fakturační [Kč]
OLBRAM CZ - Štěpka RRD S1							Vše za měsíc										
1	R - RRD 1		2020/04/02-016	2.4.	5H4-30-05	1801	25,12	14,12	**11,00**	46,82		8,1600	18,74	89,7545	130,00	130,0000	11 668,09
2	R - RRD 1		2020/04/03-047	3.4.	5H4-30-05	1816	23,06	14,20	**8,86**	52,09	1,62	7,3760	19,38	65,3496	130,00	130,0000	8 495,45
3	R - RRD 1		2020/04/06-013	6.4.	5H4-30-05	1842	41,14	22,38	**18,76**	53,08	1,99	7,0750	19,17	132,7345	130,00	130,0000	17 255,49
4	R - RRD 1		2020/04/07-032	7.4.	5H4-30-05	1888	39,92	22,40	**17,52**	52,60		7,0070	18,74	122,7661	130,00	130,0000	15 959,60
5	R - RRD 1		2020/04/07-039	7.4.	5H4-30-05	1888	40,08	22,28	**17,80**	52,60		7,0070	18,74	124,7282	130,00	130,0000	16 214,67
6	R - RRD 1		2020/04/08-027	8.4.	5H4-30-05	1909	19,42	14,10	**5,32**	41,36		9,2480	18,74	49,1988	130,00	130,0000	6 395,85
7	R - RRD 1		2020/04/08-051	8.4.	5H4-30-05	1909	22,74	14,06	**8,68**	41,36		9,2480	18,74	80,2718	130,00	130,0000	10 435,33
8	R - RRD 1		2020/04/06-027	6.4.	6C8-99-72	1842	43,02	23,44	**19,58**	53,08	1,99	7,0750	19,17	138,5363	130,00	130,0000	18 009,72
9	R - RRD 1		2020/04/06-051	6.4.	6C8-99-72	1842	42,72	23,42	**19,30**	53,08	1,99	7,0750	19,17	136,5475	130,00	130,0000	17 751,18
10	R - RRD 1		2020/04/07-046	7.4.	6C8-99-72	1888	43,74	23,36	**20,38**	52,60		7,0070	18,74	142,8067	130,00	130,0000	18 564,88
11	R - RRD 1		2020/04/08-050	8.4.	6C8-99-72	1909	40,24	23,42	**16,82**	41,36		9,2480	18,74	155,5497	130,00	130,0000	20 221,46
12	R - RRD 1		2020/04/09-040	9.4.	6H1-48-30	1939	31,40	15,14	**16,26**	49,59	3,00	7,5070	18,59	122,0703	130,00	130,0000	15 869,14
13	R - RRD 1		2020/04/09-047	9.4.	6H1-48-30	1939	31,26	15,14	**16,12**	49,59	3,00	7,5070	18,59	121,0193	130,00	130,0000	15 732,51
14	R - RRD 2		2020/04/03-046	3.4.	6H9-80-73	1833	47,08	25,38	**21,70**	53,38	3,66	6,7450	18,54	146,3643	130,00	130,0000	19 027,36
15	R - RRD 1		2020/04/06-021	6.4.	6H9-80-73	1842	46,36	25,34	**21,02**	53,08	1,99	7,0750	19,17	148,7249	130,00	130,0000	19 334,24
16	R - RRD 1		2020/04/06-044	6.4.	6H9-80-73	1842	44,52	25,30	**19,22**	53,08	1,99	7,0750	19,17	135,9892	130,00	130,0000	17 678,59
17	R - RRD 1		2020/04/07-025	7.4.	6H9-80-73	1888	45,12	25,24	**19,88**	52,60		7,0070	18,74	139,3031	130,00	130,0000	18 109,41
18	R - RRD 1		2020/04/07-051	7.4.	6H9-80-73	1888	45,56	25,22	**20,34**	52,60		7,0070	18,74	142,5264	130,00	130,0000	18 528,44
19	R - RRD 1		2020/04/02-030	2.4.	7H0-89-73	1801	27,34	17,34	**10,00**	46,82		8,1600	18,74	81,5950	130,00	130,0000	10 607,35
20	R - RRD 1		2020/04/08-036	8.4.	7H0-89-73	1909	38,30	24,62	**13,68**	41,36		9,2480	18,74	126,5113	130,00	130,0000	16 446,47
Pouze zobrazené dodávky									**322,24**	**49,61**	**2,36**	**7,64**	**18,85**	**2402,3477**	**130,00**	**130,00**	**312 305,20**

Zdroj: fakturace od ČEZ, a.s., Elektrárna Poříčí

V této tabulce jsou důležité následující hodnoty, sloupec dvě značí, že jde o biomasu cíleně pěstovanou k energetickým účelům tzv. RRD 1. Dále tabulka obsahuje číslo dodávky, datum dodávky, SPZ vozidla dopravující biomasu, číslo vzorku, celkovou váhu vozidla s nákladem (Brutto), váhu vozidla bez nákladu (Tára), váhu samotné biomasy (Netto), objem vody ze vzorku dodané biomasy (Wtr), obsahu popela (Ar), výhřevnost vzorku (Qir), spalné teplo v bezvodém stavu (Qsd), získané teplo v GJ v dodávce, dále sazbu za 1 GJ a celkovou fakturační cenu.

Z dodávky biomasy z předmětné plantáže vyplývá, že do Elektrárny Poříčí bylo dodáno 322,24 tun biomasy s průměrnou vlhkostí (obsahem vody) 49,61 %, průměrnou výhřevností 7,64 MJ/kg z čehož vyplývá dodávka celkového tepla 2402,3477 GJ. Při výkupní ceně 130 Kč/GJ. Společnost ČEZ, a.s. za tuto dodávku zaplatila celkem 312 305,20 Kč.

5.5.5 Celková ekonomická bilance sklizně v roce 2020

Náklady na založení porostu a jeho údržbu po založení (Tabulka č.6), které činí 21 885 Kč na 1 ha je nutné poměrově rozdělit na celou životnost porostu – do čtyř obmýtí. To samé je nutné provést s náklady na likvidaci a uvedení půdy do původního stavu, což by v tomto případě znamenalo částku 30 000 Kč/ha. Poměrové náklady na jeden hektar tak celkově činí 51 885 Kč, což je 12 971 Kč na jedno obmýtí.

Náklady na sklizeň plantáže v roce 2020 (Tabulka č.7), které se skládaly z kácení, přibližování, štěpkování a odvozu do elektrárny činily 121 599 Kč na 1 ha. Elektrárna za energii z dodané biomasy zaplatila 132 896 Kč na 1 ha. Z tohoto vychází zisk 11 297 Kč/ha, do kterého ovšem nejsou započítány náklady na založení a likvidaci porostu ve výši 12 971 Kč. Po započtení této částky vychází ztráta pěstování v ceně 1 674 Kč/ha. Do kladných čísel se pěstování dostane až po započtení dotací na zemědělskou půdu, které jsou v tomto případě 41 181 kč/ha za 6 let pěstování.

Celková ekonomická bilance pěstování rychle rostoucích dřevin na předmětné plantáži je po započtení dotací poskytovaných státem kladná ve výši 92 840 kč za celou plantáž. Po přepočtení výnosů a nákladů z pěstování RRD na 1 ha zemědělské půdy činí zisk 39 507 kč. Zisk je počítán za období 6 let, což v přepočtu na jeden rok dělá celkový zisk z celé plantáže 15 473 kč, po přepočtení na 1 ha pak 6 584 kč.

Tabulka 6: Náklady na založení a údržbu plantáže RRD

		Příprava půdy	Nákup sadby	Sázení	Údržba po založení	Celkem
Náklady	celkové	2056,-	29 375,-	10 000,-	10 000,-	51 431,-
	na 1 ha	875,-	12 500,-	4255,-	4255,-	21 885,-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7: Náklady na sklizeň plantáže RRD

		Kácení	Přibližování	Štěpkování	Odvoz	Celkem
Náklady	celkové	37 000,-	59 000,-	114 000,-	75 759,-	285 759,-
	na 1 ha	15 745,-	25 106,-	48 510,-	32 238,-	121 599,-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 8: Výnosy z pěstování RRD

		Dotace	Cena za dodanou biomasu	Celkem
Výnosy	celkové	96 777,-	312 305,-	409 082,-
	na 1 ha	41 181,-	132 896,-	174 077,-

Zdroj: vlastní zpracování

5.5.6 Ekonomická bilance při následném obmýtí plantáže v roce 2026

V roce 2023 došlo vlivem energetické krize k výraznému navýšení ceny za dodané teplo. Cena se zvýšila z původních 130 Kč/GJ na nových 200 Kč/GJ. Toto navýšení výrazně mění celou ekonomiku pěstování plantáží rychle rostoucích dřevin. Na základě výsledků měření objemového přírůstu po prvním obmýtí plantáže vychází v roce 2022 celková zásoba 102,82 m^3/ha a roční přírůst 66,08 m^3/ha. Pokud by tento přírůst byl

zachován po další čtyři roky, pak bude zásoba porostu při druhé sklizni 366 m^3/ha. Po přepočtení na jednotku hmotnosti se jedná o 194 tun, což při průměrné výhřevnosti 7,5 MJ/kg dodá 1455 GJ tepla. Za tuto dodávku tepla by vlastník obdržel 291 000 Kč na 1 ha, což je o 159 000 Kč více než při první sklizni v roce 2020.

6. Diskuze

Plantáže rychle rostoucích dřevin jsou velice obdivuhodné v tom, jak snadno se zakládají, jak velký mají objemový přírůst v prvních letech růstu a jak rychle a dobře zmlazují po obmýtí. Měřením objemu porostu před prvním obmýtím byla zjištěna zásoba 277 m^3 na 1 ha. Stanovení zásoby porostu bylo vypočítáno pomocí Československých objemových tabulek pro dřevinu topol černý. Použití těchto tabulek bylo umožněno díky charakteru porostu před prvním obmýtím, kdy zasazený řízek vytváří pouze jeden silnější kmínek. Průměrná tloušťka těchto kmínků byla 12 cm a průměrná výška stromů byla 12,98 m. Věk porostu při měření (před obmýtím) byl 6 let, z čehož vyplývá roční přírůst na předmětné plantáži 46,17 m^3/ha/rok. Výsledek tohoto měření byl porovnán s dodávkou dřevní hmoty do Elektrárny Poříčí, kam bylo celkem dovezeno 322,24 tun za celou plantáž o výměře 2,35 ha, což odpovídá 608 m^3 dřevní hmoty. Ze srovnání dodané a naměřené dřevní hmoty vyplývá, že měření objemového přírůstu na plantáži bylo provedeno správně a rozdíl 54 m^3 na celé plantáži je zanedbatelný a nedosahuje ani 10 % celkového objemu.

Další měření objemu porostu proběhlo po prvním obmýtí, kdy z jednoho pařízku vyrostlo 2–5 výmladků. Jejich objem byl v prvním roce neměřitelný, protože jejich tloušťka byla do 1 cm a výška okolo 1,5 m. Ve druhém roce stále dosahovaly hmoty nehroubí, průměrná tloušťka činila 3,1 cm. Ve třetím roce jsou někteří jedinci na rozmezí hroubí a nehroubí, průměrná tloušťka je však 5,1 cm. S ohledem na neexistenci kubírovacího vzorce (tabulek) na průměry hmoty nehroubí bylo přistoupeno ke zjištění objemu porostu pomocí vytvoření vlastního vzorce. Na jeho základě bylo zjištěno, že v roce 2021 činí průměrná celková zásoba na 1 ha 36,74 m^3, což odpovídá průměrnému ročnímu přírůstu 18,37 m^3. Výsledky měření z roku 2022 ukazují zvýšení průměrného objemu jednoho stromu oproti měření z minulého roku 2,5x. Průměrná zásoba porostu je ve třetím roce 102,82 m^3 na 1 ha. Tento běžný přírůst mezi druhým a třetím rokem po obmýtí, který je 66,08 m^3, lze předpokládat až do dalšího obmýtí. To by znamenalo, že při druhém obmýtí v roce 2026 bude zásoba plantáže 366 m^3/ha. To by bylo o 89 m^3 více než při prvním obmýtí, kde bylo pěstování negativně ovlivněno suchem v roce 2014 a 2015. Z měření je patrné, že první rok po obmýtí je objem porostu minimální. Ve druhém roce se již s ohledem na vytvořený a rozsáhlý kořenový systém zaznamenává větších průměrných hodnot přírůstu než u prvního porostu před jeho obmýtím.

Ve srovnání s běžnými lesními porosty na pozemcích určených k plnění funkcí lesa mají plantáže rychle rostoucích dřevin několikanásobně vyšší přírůsty. Podle Zprávy o stavu lesa v roce 2021 byl celkový průměrný přírůst lesních porostů 7,1 m^3 na 1 ha (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2021, 2022). V případě konkrétní plantáže je přírůst v prvním obmýtí 43,95 m^3/ha. Ve druhém obmýtí se přírůst na plantáži viditelně zvyšuje a to tak, že mezi lety 2021 a 2022 činí běžný přírůst 66,08 m^3/ha. Při srovnání obmýtí mezi hospodářským lesem a plantáží RRD vychází, že první obmýtí porostu RRD v 6 letech dosahuje více než poloviny objemu hmoty hospodářského lesa v jeho 80 letech. Objemová produkce plantáže RRD je tedy nesrovnatelně vyšší než objemová produkce hospodářského lesa. Na druhou stranu však dřevo získané z plantáže RRD může sloužit pouze pro energetické účely, popřípadě pro výrobu celulózy, na rozdíl od dřeva pocházejícího z hospodářského lesa, které obsahuje i cenné dřevařské sortimenty.

Z ekonomického hlediska je pěstování rychle rostoucích dřevin závislé na třech hlavních ukazatelích, prvním je výkupní cena biomasy přepočtena na energii, dalším ukazatelem je náklad na sklizeň a dopravu k odběrateli a posledním ukazatelem jsou dotace poskytované státem. V konkrétním případě se při sklizni v roce 2020 získalo za dodanou energii 132 896 Kč, náklady na sklizeň činily 121 599 Kč a zisk by tak byl pouze 11 297 Kč/ha. Do této kalkulace však nebylo započítáno založení a údržba porostu v ceně 21 885 Kč/ha a likvidace plantáže a její uvedení do původního stavu v ceně 30 000 Kč/ha. V případě poměrného započtení této částky do 4 obmýtí vychází náklady na jedno obmýtí 12 971 Kč/ha. V případě zkoumané plantáže je tak výsledek hospodaření za šest let její existence -1674 Kč/ha. To je výsledek bez započítání dotací poskytovaných státem na zemědělskou půdu. Pokud budou započítány tyto dotace ve výši 41 181 Kč/ha, pak celková ekonomická bilance obmýtí v roce 2020 vychází kladně ve výši 39 507 Kč/ha. Po přepočtení na 1 rok a 1 hektar je celkový zisk z plantáže rychle rostoucích dřevin 6 584 Kč. Tento kladný výsledek byl docílen pouze na základě dotací, které jsou poskytovány v zemědělské výrobě.

Zisk z plantáže rychle rostoucích dřevin by mohl být vyšší při použití sofistikovanější metody sklizně za pomocí sklízecích strojů – kombajnů. Tyto stroje provádějí dvě operace najednou – kácení a štěpkování. Díky tomu je sklizeň levnější a rychlejší. Tyto stroje se v České republice využívají ojediněle a jde především o služby zahraničních společností.

Tento výsledek hospodaření odráží celý sektor pěstování RRD, který nyní stagnuje. Nezakládají se nové porosty ani nevznikají nové služby v oblasti zakládání a těžby těchto plantáží.

Ještě horších hospodářských výsledků dosáhli vlastníci lesů v roce 2020. Jejich hospodářský výsledek bez příspěvku na hospodaření v lesích dle údajů ze Zprávy o stavu lesa z roku 2021 činil -2407 Kč/ha, s příspěvky na hospodaření v lesích pak 1291 Kč/ha. Tyto nepříznivé hospodářské výsledky v roce 2020 jsou způsobené také kůrovcovou kalamitou, na základě které se snížila cena jak biomasy, tak veškeré dřevní hmoty. Pokud by se stejný objem biomasy z roku 2020 prodal za sazbu v roce 2023, která činí podle údajů společnosti ČEZ, a.s. 200 Kč/GJ, což je nárůst o 70 Kč/GJ, pak by zisk činil 11 643 Kč/ha/rok bez dotací. Cena 200 Kč/GJ je dána vlivem energetické krize. Do budoucna lze očekávat její mírné snížení. Cena však neklesne na cenovou úroveň před rokem 2023.

Za předpokladu, že se na stejné zemědělské půdě budou pěstovat obiloviny, pak výnos k roku 2020 vychází na 18 600 Kč/ha bez započtení dotací, podle údajů společnosti Rýcholka s.r.o., IČ: 48151092. Z toho je patrné, že pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě se nevyplatí na kvalitních půdách, ale může být alternativou na půdách s nízkými bonitami, které nejsou intenzivně zemědělsky obhospodařovány.

Ekonomické srovnání pěstování RRD na zemědělské půdě s lesním hospodářstvím vychází ve prospěch pěstování RRD. Tento fakt je dán především možností získání dotací na jednotku plochy zemědělské půdy. Pokud by takovéto podmínky platily i pro pozemky určené k plnění funkcí lesa, tak by vlastník lesa při obmýtí porostu v 80 letech získal postupně přibližně 550 000 Kč/ha. Neexistence dotací na plochu lesní půdy je zarážející, protože na rozdíl od zemědělské půdy plní les i řadu mimoprodukčních funkcí, které do budoucna budou důležitější než samotná produkční funkce.

7. Závěr

V souladu s cíli stanovenými v úvodu této práce byla provedena série navazujících měření, jejichž výsledkem mělo být zejména vyhodnocení možností pěstování RRD na zemědělské půdě mimo jiné i z ekonomického hlediska.

Na základě provedených měření bylo zjištěno, že objemový přírůst plantáže RRD je několikanásobně vyšší než přírůst běžných lesních porostů. Dále se ukázalo, že objemový přírůst měřený po obmýtí ve druhém a třetím roce je z důvodu již vytvořeného kořenového systému vyšší než přírůst před prvním obmýtím porostu. Objem dřevní hmoty před prvním obmýtím, kdy průměry kmenů dosahovaly hmoty hroubí lze zjišťovat pomocí dostupných Hmotových tabulek. To však po zmlazení porostu, kdy z jednoho kmínku vyrůstá 2–5 prýtů, které mají hmotu nehroubí, již není možné. Proto byla vytvořena vlastní metoda měření objemového přírůstu, na základě které si vlastník může dopředu zjistit výnos plantáže a s tím související cenu vyprodukované biomasy. Z tohoto údaje může vlastník plantáže vyvodit z ekonomického hlediska nejvhodnější dobu ke sklizni.

Objemový přírůst na zkoumané plantáži rychle rostoucích dřevin byl velmi dobrý, což úzce souvisí s kvalitou půdy, na které byl založen. Na této kvalitní hnědozemi by však z ekonomického hlediska, jak vyplývá ze závěrů této práce, lépe vycházelo pěstování klasických zemědělských plodin. Pěstování RRD je ekonomicky zajímavé zejména na zemědělských půdách s nižšími bonitami, na kterých nelze pěstovat klasické zemědělské plodiny.

Ekonomickým rozborem sklizně porostu v roce 2020 byly zjištěna také velká finanční náročnost sklizně a dopravy biomasy k odběrateli. V tomto roce díky nízké výkupní ceně, která byla způsobena kůrovcovou kalamitou, vycházelo pěstování se ztrátou. Do kladných čísel se pěstování dostalo po započtení dotací na zemědělskou půdu. Tato nepříznivá ekonomická bilance poukazuje na fakt, kdy za posledních 10 let nebyly zakládány nové plantáže rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě a celé toto odvětví stagnovalo.

Ke konci roku 2022 se vlivem energetické krize zvýšila výkupní cena biomasy. Díky této ceně již vychází pěstování RRD v kladných číslech, a pokud se tato cena udrží v podobné výši, dá se do budoucna očekávat zakládání nových plantáží. Větší počet plantáží by přinesl i zefektivnění a zlevnění celého procesu sklizně, tím pádem i vyšší

zisk z pěstování. S ohledem na výše zmíněné skutečnosti by stagnující odvětví pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě mohlo znovu zažít renesanci.

8. Literatura

AHMADLOO, Fatemeh, Mohsen CALAGARI, Azadeh SALEHI a Gholam GOODARZI. 2018. Investigation of rooting and growth characteristics of poplar clones in hydroponic and soil cultures. *Journal of Forest Science* [online]. **64**(5): 207-215 [cit. 2023-01-27]. DOI: 10.17221/1/2018-JFS. ISSN 12124834. Dostupné na internete: http://jfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/1/2018-JFS.html

BÖRJESSON, Pål. 1999. Environmental effects of energy crop cultivation in Sweden - Part I: Identification and quantification. *Biomass and Bioenergy*. (16): 167-154.

BRÜGGEMANN, C. 2000. Holzpellets - Ein zukunftsträchtiger Brennstoff. *Energie pflanzen*. **2000**(32000): 33-34.

BUBENÍK, Jaroslav, Jan WEGER a Martin DUBSKÝ. 2010. Hodnocení vlivu hnojení na růst a výnos klonů vrb a topolů v prvních čtyřech letech pěstování. *Acta Pruhoniciana 94*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Tarouc y pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., **2010**(94): 13-20. ISSN 0374-5651.

CELJAK, Ivo. 2010. Pěstování topolů pro energetické účely – 3. *Biom.cz* [online]. Praha: CZ Biom [cit. 2023-03-04]. Dostupné na internete: https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-3

DIMITRIOU, Ioannis a Dominik RUTZ. 2015. *Udržitelné rychle rostoucí dřeviny* [online]. Zlín: Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s., Česká republika [cit. 2022-01-29]. ISBN 9783936338386. Dostupné na internete: https://www.srcplus.eu/images/Handbook/Final_D-2.5-SRC_Handbook_CZE_082016.pdf

HASSELGREN, Kenth. 1998. Use of municipal wastewater in short rotation energy forestry – full scale application. *In Proceedings of the International Conference for Energy and Industry*. Wurzburg, **1998**: 835–838.

JAKUBES, Jaroslav, Helena BELLINGOVÁ a Michal ŠVÁB. 2006. *MODERNÍ VYUŽITÍ BIOMASY: Technologické a logistické možnosti*. Česká energetická agentura.

KAMPERIDOU, Vasiliki, Charalampos LYKIDIS a Panagiotis BARMPOUTIS. 2018. Utilization of wood and bark of fast-growing hardwood species in energy production. *Journal of Forest Science* [online]. **64**(4): 164-170 [cit. 2023-02-16]. DOI: 10.17221/141/2017-JFS. ISSN 12124834. Dostupné na internete: http://jfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/141/2017-JFS.html

KELEş, Seray Özden. 2021. Variation in morphological and wood cell traits in coppice stems of Populus nigra L. and Salix alba L. *Journal of Forest Science* [online]. **67**(8): 396-407 [cit. 2023-01-27]. DOI: 10.17221/208/2020-JFS. ISSN 12124834. Dostupné na internete: http://jfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/208/2020-JFS.html

Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. n.d. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2022-02-07]. Dostupné na internete: https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol

KOHOUT, Pavel, Jaroslav BOHÁČ, Lenka PAVELCOVÁ a Ivo CELJAK. 2011. Potenciální škůdci energetických dřevin: fytofágní druhy hmyzu (Insecta) na vybraných plantážích v Čechách: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. *Acta Pruhoniciana 97*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, **2011**(97): 77-83. ISSN 0374-5651.

KRAVKA, Miroslav. 2012. *Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd: metody vhodné pro malé a střední provozy*. Praha: Grada. ISBN 978-802-4739-250.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. 2016. Legislativní přehled pro pěstování rychle rostoucích dřevin. *Eagri.cz* [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 2022-01-26]. Dostupné na internete: https://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa/legislativni-prehled-pro-pestovani.html

Nařízení vlády č. 307/2014 Sb. ze dne 8. prosince 2014, o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů. n.d. In: . Praha, ročník 2004, číslo 307.

PACALDO, Renato, Timothy VOLK a Russell BRIGGS. 2011. *Carbon balance in short rotation willow (Salix dasyclados) biomass crop across a 20-year chronosequence as affected by continuous production and tear-out treatments* [online]. : 112131-138 [cit. 2023-02-12]. DOI: 10.13140/2.1.3767.1364.

PETŘÍKOVÁ, Vlasta a Jan WEGER. 2015. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití: biomasa, bioplyn, krmiva*. Praha: Profi Press. ISBN 978-808-6726-694.

POLENO, Zdeněk, Stanislav VACEK a Vilém PODRÁZSKÝ. 2009. *Pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-808-7154-342.

Populus maximowiczii. n.d. *Dendrologie online* [online]. [cit. 2023-03-06]. Dostupné na internete: http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=5&id=6291

Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely. 2007. První. Kostelec nad Černými lesy: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 9788021316911.

Rychle rostoucí dřeviny. 2011. *Biom.cz* [online]. Praha: CZ Biom [cit. 2023-02-16]. Dostupné na internete: https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny

RYTTER, Rose-Marie. 2001. Biomass production and allocation, including fine-root turnover, and annual N uptake in lysimeter-grown basket willows. *Forest Ecology and Management*. **140**(2-3): 177-192. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00319-4. ISSN 03781127. Dostupné na internete: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112700003194

SCHOLZ, Volkhard, K. KRÜGER a A. HÖHN. 2001. Environmentally compatible and energy-effi cient production of energy plants. *Agrartechnische Forschung*. (7): 63-71.

SLOUP, Roman. 2016. *Sociální pilíř v lesním hospodářství a význam a rozvoj plantáží rychle rostoucích dřevin v ČR: sborník vědeckých prací ze semináře s mezinárodní účastí : seminář ekonomické komise odboru lesního hospodářství ČAZV : Hranice, 23.-24. duben 2015 : Plzeň, 22.-23. říjen 2015*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-802-1326-712.

STUPAVSKÝ, Vladimír. 2009. Výběr vhodného stanoviště pro založení plantáže rychle rostoucích dřevin. *Biom.cz* [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné na internete: https://biom.cz/cz-pestovani-biomasy/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin

VACEK, Stanislav a Jaroslav SIMON. 2009. *Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-808-7154-274.

WEGER, Jan. 2004. *Projekt na založení porostů rychle rostoucích dřevin (RRD) pro energetické využití v rámci programu HRDP*. První. Průhonice.

WEGER, Jan. 2017. *Pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) na zemědělské a lesní půdě – stručný přehled historie, stavu a perspektiv v ČR* [online]. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v. [cit. 2022-02-07]. Dostupné na internete: https://docplayer.cz/105861763-Pestovani-rychle-rostoucich-drevin-rrd-na-zemedelske-a-lesni-pude-strucny-prehled-historie-stavu-a-perspektiv-v-cr.html

WEGER, Jan a Kamila HAVLÍČKOVÁ. 2002. Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí. *Biom.cz* [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné na internete: https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. n.d. In: . ročník 1992, číslo 114.

Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů. n.d. In: . ročník 2003, číslo 219.

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství. n.d. In: . ročník 1997, číslo 252.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů. 1995. In: . ročník 1995, číslo 289.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. n.d. In: . ročník 1992, číslo 334.

ZELENÁ KNIHA: Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii. 2006. *EUR-Lex.europa.eu* [online]. Brusel: KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ [cit. 2022-02-07]. Dostupné na internete: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0105:FIN:cs:PDF

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství 2021 [online]. 2022. Ministerstvo zemědělství [cit. 2023-03-06]. ISBN 978-80-7434-669-9. Dostupné na internete: https://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-2021.html

9. Seznam příloh

9.1 Seznam tabulek

Tabulka 1: Vývoj dotačních podpor od roku 2000 po současnost 22
Tabulka 2: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2020 49
Tabulka 3: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2021 51
Tabulka 4: Výsledky měření na 7 zkusných plochách v roce 2022 53
Tabulka 5: Fakturační tabulka k dodávce biomasy 55
Tabulka 6: Náklady na založení a údržbu plantáže RRD 56
Tabulka 7: Náklady na sklizeň plantáže RRD 56
Tabulka 8: Výnosy z pěstování RRD 56

9.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Výhony klonu P-Jap105*050 (kříženec topolu černého a maximowiče) vyrůstající po prvním obmýtí z pařezových výmladků (foto autor) 31
Obrázek 2: Řízky vhodné k výsadbě (foto autor) 33
Obrázek 3: Ruční sklizeň plantáže RRD pomocí křovinořezu (foto autor) 36
Obrázek 4: Plně mechanizovaná sklizeň plantáže pomocí sklízecího stroje – kombajnu (foto autor) 37
Obrázek 5: Vyvážecí traktor nakládající dřevní hmotu při sklizni plantáže RRD (foto autor) 38
Obrázek 6: Štěpkování dřevní hmoty pomocí štěpkovače na odvozním místě a následné nakládání vzniklé štěpky na nákladní automobil (foto autor) 39
Obrázek 7: Štěpka vzniklá štěpkováním rychle rostoucích dřevin (foto autor) 40
Obrázek 8: Zkoumané zájmové území – červeně vyznačeno (zdroj: https://www.cuzk.cz/) 43
Obrázek 9: Půdní profil – hnědozem (foto autor) 45
Obrázek 10: Horizont opadanky tvořen opadem listí z topolů (foto autor) 46

9.3 Seznam grafů

Graf 1: Závislost výšky na tloušťce, zdroj: vlastní zpracování 50
Graf 2: Závislost objemu kmene na tloušťce, zdroj: vlastní zpracování 50
Graf 3: Závislost objemu kmene na výšce, zdroj: vlastní zpracování 51