

Universita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Ústav pro životní prostředí

Ekonomické aspekty a dopady na životní prostředí
využívání cíleně pěstované biomasy

Economic and environmental aspects of growing
biomass for energy

Romana Chejnová

září 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejaté) informace budou řádně citovány.

září 2009

Romana Chejnová

Abstrakt

Diplomová práce popisuje problematiku pěstování biomasy jako zdroje tepelné energie pro vytápění. Práce je koncipována jako fiktivní projekt, který řeší jednotlivé činnosti související s touto problematikou. Základem celého procesu je pěstování rychle rostoucích dřevin na plantážích, ze kterých je úpravami získávána štěpka, jako palivo pro spalování. Popisována je také problematika sušení štěpky, doprava a skladování. Tyto dílčí etapy jsou hodnoceny z ekonomického hlediska a výsledkem je celková finanční kalkulace celého projektu a ohodnocení jeho dopadů na životní prostředí.

Abstract

Diploma Thesis describes problems with growing biomass as the source heat energy for heating.

Diploma Thesis is drafting as the fictitious project researching separate tasks corresponding with this problem. Basic of this proces is growing biomass on the plantations. From this biomass are prepared wood chips as a fuel for burning. There are describe problems of wood chips drying, transport and storage too.

These parts of work are evaluate from economic aspekt. Result is general financial calculation for all project and evaluation of impacts on environment.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	7
ÚVOD	8
Členění práce a zdroje dat	10
1. PROCES ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z BIOMASY	11
1. 1. Výběr lokality	11
1. 2. Cíleně pěstovaná biomasa	12
1. 2. 1. Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin	13
1. 2. 2. Hospodaření na výmladkové plantáži	15
1. 3. Sušení a přeprava štěpky	18
1. 3. 1. Průběh sušení štěpky	19
1. 3. 2. Přeprava štěpky	20
1. 4. Získávání energie z biomasy	21
1. 4. 1. Spalování biomasy	22
1. 4. 2. Zařízení na spalování biomasy	23
1. 5. Možnosti získání dotací	25
1. 6. Aspekty ovlivňující projekt	27
2. PRAKTICKÁ ČÁST	31
2. 1. Základní údaje o pěstované biomase	31
2. 2. Náklady na plantáž	33
2. 3. Náklady na sušení biomasy	38
2. 4. Náklady na přepravu štěpky	39
2. 5. Náklady na spalování biomasy a provoz kotelny	40

2. 6. Souhrn nákladů	41
2. 7. Výsledky	42
3. DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	44
3. 1. Funkce plantáží RRD v krajině	45
3. 2. Spalování biomasy	46
3. 3. Doprava biomasy	47
3. 4. Popel ze spalování biomasy	48
ZÁVĚR	49
POUŽITÉ ZDROJE	50
SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	56

SEZNAM POUŽÍTÝCH ZKRATEK

BPEJ	bonitačně půdně – ekologická jednotka
CO ₂	oxid uhličitý
ČEZ, a.s.	České energetické závody, akciová společnost
ČR	Česká republika
DPH	daň z přidané hodnoty
EIA	posuzování vlivů na životní prostředí (Environmental Impact Assessment)
ERÚ	Energetický regulační úřad
ESF	Evropský sociální fond
EU	Evropská unie
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OZE	obnovitelný zdroj energie
PCDD/F	polychlorovaný dibenzodioxyn a dibenzofuran
pH	faktor určující kyselost
RRD	rychle rostoucí dřeviny
SRN	Spolková republika Německo
VÚKOZ	Výzkumný ústav pro krajinu a okrasné zahradnictví
ŽP	životní prostředí

Úvod

Téma práce bylo zvoleno na základě vzrůstající popularity využívání energie z biomasy a se záměrem zjistit jaké jsou nároky, možnosti, výhody a úskalí celého procesu získávání této energie z cíleně pěstované biomasy.

Hlavním cílem je získání základních ekonomických parametrů, zejména provozních a investičních nákladů. Z hlediska životního prostředí je snahou diplomové práce především poukázat na pozitivní a negativní oblasti dané problematiky.

V posledních dvaceti letech je nejen v ČR, ale v celé Evropě trendem využívat obnovitelné zdroje energie. Je to proto, že zásoby fosilních paliv jsou omezené a také z důvodu, že státy které těchto paliv mají velké zásoby, využívají tohoto fenoménu nezdědka k prosazování politických zájmů. Evropská unie přijala řadu opatření, přičemž základní myšlenkou je co největší samostatnost v hospodaření s energiemi [1].

Nezanedbatelnou část tvoří právě obnovitelné zdroje energie. Zatím jde pouze o doplňkovou součást energetické koncepce jednotlivých států EU, ale podíl využívání těchto zdrojů se neustále zvyšuje. Některé procesy získávání tzv. „zelené“ energie jsou drahé, jiné levnější.

Vyplývá to mimo jiné z toho, že není koncepce, která by jasně vyjadřovala a preferovala požadavky související s těmito záměry při získávání energie. Některé státy jsou v tomto mnohem dále než Česká republika (například severské státy, SRN, Holandsko) a pro ČR jsou tedy dobrým příkladem [2].

V otázce využívání biomasy rostlin se u nás začíná objevovat stále více zařízení, která jsou schopna produkovat jak elektrickou, tak tepelnou energii. První zařízení byla spíše experimentální a menšího rozsahu a energii vyráběla z odpadního dřeva, zejména z pil dřevozpracujícího průmyslu. Tato surovina byla zdarma a pro spalování se využívaly menší kotle zahraniční výroby.

Posléze začaly experimenty ve větším měřítku se spalováním odpadní slámy z potravinářské výroby, eventuelně se spalováním odpadní štěrky z lesního hospodářství. Tyto experimenty prováděla firma např. firma ČEZ, a.s. v elektrárně Tušimice, později i v elektrárně Chvaletice, kde se přimíchávala biomasa do uhlí. Tím, že nebyly používány speciální kotle, docházelo k ucpávání roštu, k problémům s čištěním apod. [2]

V posledních letech se začaly rozvíjet firmy, které dodávají speciální zařízení jak pro proces zpracování biomasy, tak i pro proces spalování, tj. zejména kotle různých výkonů a typů.

Tím byl dán základ pro cílené pěstování biomasy a také např. i pro využívání neobdělávané zemědělské půdy, jejíž podíl každoročně vzrůstá.

Po různých experimentech ověřování a po zkušenostech ze zahraničí se toto cílené pěstování biomasy rozdělilo do 2 směrů. Jedním je pěstování různých druhů bylin, druhým pak zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin, především topolů a vrb. Tyto dřeviny jsou vzaty i za základ práce.

Diplomová práce se zabývá řešením fiktivního projektu, který je zaměřen na získávání energie z cíleně pěstované biomasy, konkrétně z rychle rostoucích dřevin. Tento projekt zahrnuje pěstování biomasy, její další úpravy, dopravu, skladování a spalování. Jednotlivé etapy projektu jsou popisovány v samostatných kapitolách s důrazem na jejich ekonomické parametry. Diplomová práce řeší tento projekt jen z hlediska základních a nejdůležitějších úkonů a mnohé skutečnosti nebyly při jejím zpracování brány v úvahu.

Členění práce a zdroje dat

Diplomová práce je členěna do 3 hlavních částí. První část se zabývá popisem jednotlivých dílčích procesů v projektu. U každého procesu je zmíněn obecný charakter tématu, který dále volně přechází ve zvolenou možnost a tuto více rozvádí. Výstupem každé této podkapitoly jsou především finanční nároky pro danou tematickou oblast.

Popisné pasáže byly zpracovány z odborné literatury, která sloužila i k výběru vhodného ukazatele, jehož parametry jsou využity v praktické části. Výsledné hodnoty této části práce vznikly na základě srovnání údajů z publikací výsledků odborných pokusů, statistických ročenek, normativních údajů, ceníků firem a také průzkumem trhu. Pokud nebylo možné jinak, byla data zjištěna i ústním sdělením zainteresovaných osob.

Druhá část práce je praktická a jsou zde provedeny finanční kalkulace na základě údajů vyhodnocených v první části práce. Výstupem je celkový přehled finančních nákladů.

Třetí část práce je věnována oblasti životního prostředí. Zde jsou opět rozebrány dílčí procesy projektu, ovšem nyní v návaznosti na jejich dopady na životní prostředí. Pro tuto kapitolu byly použity prameny obdobného charakteru jako v první části práce, avšak se zaměřením na životní prostředí.

Důležitým aspektem, který je nutné brát v úvahu je i to, že celá práce vychází z dostupných faktů a zdrojů v této době (tj. v roce 2008-2009). Stejně tak i poznatků z oblasti technologií jak v zemědělství, tak i v energetice.

1. PROCES ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z BIOMASY

Diplomová práce řeší problematiku získávání energie z biomasy na konkrétním příkladu a je tedy v celém rozsahu práce uvažována jako projekt.

Jako objekt pro vytápění biomasou je určen sportovní areál, jehož hlavní částí je vyhřívání plavecký bazén. Pro tento objekt byla na počátku pevně stanovena roční spotřeba tepelné energie 12 000 GJ a požadovaný výkon kotlů na biomasu 2, 7 MW [3].

Předmět práce je zasazen do Pardubického kraje, kde byly i poptávány různé náklady a další náležitosti v tomto kraji obvyklé.

Zároveň je nutné podotknout, že veškerá zařízení, která jsou použita při řešení, jsou české výroby. Celá práce je směřována pouze k zjištění stavu, nemůže být chápána jako komplexní projekt, který by musel počítat i s různými dalšími opatřeními.

1. 1. Výběr lokality

Pro konkrétnější zpracování práce bylo vhodné v některých částech projektu vycházet z podmínek určité lokality. Pro tento účel byl vybrán Pardubický kraj v němž byl uvažován okres Pardubice, jehož většina se nachází v zemědělské oblasti v povodí horního Labe [4].

Pro cílené pěstování biomasy byl tento fakt příznivým výchozím údajem.

Zemědělská půda pokrývá 60, 8% plochy Pardubického kraje (275 tis. ha), z toho orná půda činí 44, 8% celkové rozlohy kraje, což je 4. největší podíl mezi kraji ČR[5].

Pro okres Pardubice je střední nadmořská výška 252m a téměř celý se nachází v teplém a mírně vlhkém regionu, který je z hlediska klimatických podmínek hodnocen v rámci ČR jako jeden z nejpříznivějších pro zemědělskou výrobu. Většina zemědělských ploch je v kategorii roviny až mírného svahu a nejčastěji jsou zde lehké půdy. Výnosnost zemědělské půdy je pro tento kraj hodnocena mírně nad celkovým průměrem ČR [4,5]. Cena zemědělské půdy pro záměry práce byla stanovena na 5, 5 Kč/m² [6]. Většinu půdy vlastní soukromé subjekty, stát

zde má jen menšinový podíl vlastnictví. Mzdy se v zemědělství pohybují průměrně na hodnotě 80 Kč/hod (pomocní pracovníci) a 100 Kč/hod (techničtí zaměstnanci) [7,8]. V této lokalitě je udáváno velmi vysoké poškození lesů (až 80%). Čistota ovzduší je v porovnání s jinými kraji na poměrně dobré úrovni.

Oblast Pardubického kraje je v letních měsících hojně využívána rekreanty i místními obyvateli, především z důvodů velkého množství ploch pro koupání (bývalé pískovny apod.) Po většinu roku však není v tomto kraji mnoho možností, jak na tyto aktivity navázat. Proto se nabízí možnost využití energie z biomasy pro vytápění sportovního areálu s plaveckým bazénem.

Odhad roční spotřeby tepla toho areálu byl proveden na základě získaných údajů o obdobných typech zařízení. Roční spotřeba tepla byla následně stanovena na 12 000 GJ [3].

1. 2. Cíleně pěstovaná biomasa

Cíleně pěstovaná biomasa se rozděluje na energetické byliny a rychle rostoucí dřeviny (RRD) [9]. Pro záměr této práce byly vybrány právě rychle rostoucí dřeviny, které se pěstují na tzv. výmladkových plantážích v několikaletých cyklech (obmýtích), po jejichž ukončení dochází k pořezání dřevin a vzniklé pařezy se nechají opět obrůst. Obmýtí se může u některých druhů dřevin opakovat až 8x, což záleží především na délce jednoho cyklu [10,11]. Délka obmýtí pak závisí na druhu dřeviny a požadovaném výnosu [12]. Nejkratší obmýtí (minirotace) trvá 2-6 let a právě s ním je uvažováno v tomto projektu. Dalšími typy obmýtí jsou midirotace (10 let) a maxirotace (až 20 let) [13]. Životnost plantáže se odhaduje na 20 – 25 let. Poté dochází k razantnímu poklesu výnosů a je nutné založit plantáž novou [14,10].

1. 2. 1. Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin

Zakládání výmladkových plantáží RRD nemá zatím v ČR příliš dlouhodobou tradici, na rozdíl od jiných států EU, kde se s prvními pokusy začínalo už před třiceti lety (např. v Rakousku) [9]. Je uváděno [15], že v ČR doposud žádná výmladková plantáž nebyla ukončena a dostupné údaje jsou výstupy z experimentálních výzkumných ploch založených před přibližně dvanácti lety. V roce 2001 byl MŽP vydán seznam doporučených klonů RRD, které musely být posouzeny dle zákona 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny především z hlediska jejich invazního šíření v krajině. Seznam doporučených klonů RRD je součástí nařízení vlády č. 505/2000 Sb. Tyto klony je možné pěstovat bez větších omezení, která se týkají například zvláště chráněných území apod.

Z hlediska volby stanoviště jsou omezujícími faktory pro zakládání plantáží především nadmořská výška (max. 600 m n. m.), výška podzemní vody a pH [16].

Vhodnými lokalitami pro pěstování RRD mohou být např. málo výnosné půdy, plochy určené k rekultivaci nebo i nevyužitá zemědělská orná půda [17]. Ta je v posledních letech v souvislosti s cíleným pěstováním biomasy velmi diskutována, jelikož její plocha každoročně stoupá [13]. Zemědělská orná půda vykazuje vysokou výnosnost, což při jejím využití pro pěstování RRD může příznivě ovlivňovat množství produkované biomasy. Po ukončení plantáže pak může být tato půda opět využívána pro původní (např. potravinářské) účely [18].

Založení plantáže předchází výběr vhodného stanoviště. Pro tyto účely byla VÚKOZ provedena rajonizace doporučených klonů RRD pro různé klimatické a půdní podmínky a vytvořeno hodnocení stanovišť, uvádějící jejich vhodnost ve stupnici podprůměrné – optimální na základě bonitačně-půdně-ekologických jednotek (BPEJ) [9].

Na základě tohoto hodnocení a dostupných údajů [4,19,20] o podmínkách v uvažované lokalitě bylo stanoviště v projektu odhadnuto jako průměrně výnosné [9]. Následně byla podle výnosové křivky pro doporučené klony RRD (viz příloha) odhadnuta výše výnosu na 1 ha pro

toto stanoviště. Výnos se uvádí obecně pro celý doporučený sortiment RRD, nezáleží tedy na konkrétním druhu, pouze na délce obmýti [12].

Dále bylo možné podle dostupných údajů o stanovištních nárocích a vlastnostech jednotlivých klonů RRD vytipovat, které klony budou uvažované lokálně nejvíce vyhovovat.

V podmínkách ČR je zatím možné pěstovat pouze klony topolů a vrb. Pro zpracování projektu bylo uvažováno se zástupci obou těchto taxonů.

Vytipované klony rychle rostoucích dřevin

Topol

Pro plantáž by byly vhodné klony P-Jap104*049 a P-Jap105*050. Jedná se o křížence Topolu černého (*Populus nigra* L.) a Topolu Maximovičova (*Populus maximoviecii*). Tyto klony jsou v podmínkách ČR nejčastěji využívané a vyznačují se především vysokou výnosností a možností pěstování na široké škále stanovišť [21,22,16].



Obr. č. 1 – Vysazené topoly na plantáži

Vrba

Z doporučených klonů vrby by nejvíce vyhovovaly klony Vrby košíkářské (*Salix viminalis* L.) S-310 a S-519. Tyto klony jsou obecně nejlépe adaptovatelné na běžné zemědělské podmínky a na sušších stanovištích rostou nejlépe z doporučených klonů vrb [23,9,16].



Obr. č. 2 – Výmladková plantáž s vrbami

1. 2. 2. Hospodaření na výmladkové plantáži

Předsadební příprava

Pro založení plantáže je důležitá i její předsadební příprava. V této etapě je nutné pozemek náležitě zorat a odplevelit. Na podzim se musí provést hluboká orba (do 30 cm) a na jaře je nutné provést přípravu půdy (např. smykáním) [15]. Hnojení je potřeba pouze u chudších stanovišť, což v případě uvažované lokality, kde se jedná o zemědělskou ornou půdu není nutné [18].

Výše uvedené úkony budou pro záměry práce sjednávány smluvně.

Sázení řízků

Na plantáž se vysazují řízky o velikosti 0, 18 – 0, 22 m a průměru 8 – 20 mm [13,24]. Sázení řízků je možné provádět ručně nebo mechanicky. Vzhledem k předpokládané velké

velikosti plantáží v projektu bylo zvoleno jako příhodnější využití mechanického způsobu sázení. Jelikož v ČR zatím není specializovaná technika pro výsadbu RRD, využívají se lesní sazeče [25]. Na obsluhu lesního sazeče je nutný řidič a dva pomocní pracovníci, kteří za den vysáží cca 8000 řízků [26]. V projektu je uvažováno s koupí jednoho lesního sazeče.



Obr. č. 3 – Sázečí stroj

Výsadba plantáže může probíhat od poloviny března (je nutné aby teplota byla vyšší než +5 °C) [10]. Topoly i vrby budou vysázeny do jednořádků ve sponech 0,4 x 2,5 m mezi jednořádky, přičemž rostlinky nesmí vyčnívat více než 5cm z půdy [11]. Na 1 ha bude tedy potřeba 10 000 ks řízků topolů nebo vrb.

V témže roce po výsadbě řízků je ještě nutné provést mechanickou kultivaci proti zaplevelení a postřik proti škůdcům [15]. U těchto úkonů je projektu počítáno se smluvním provedením.

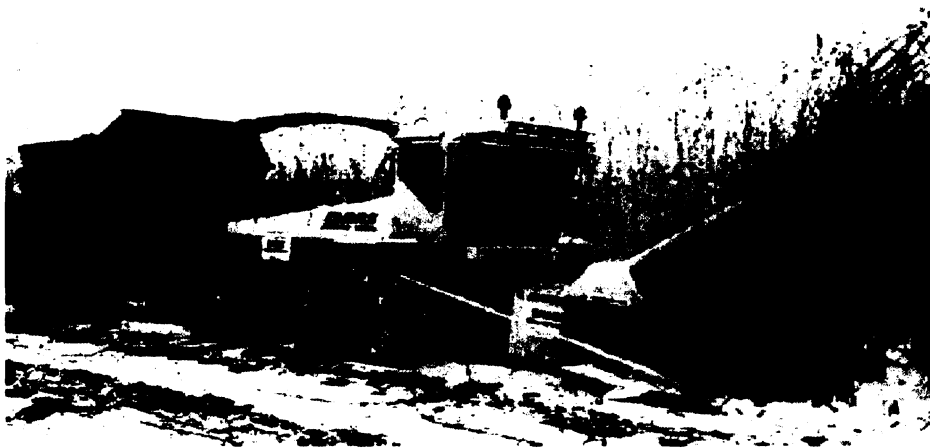
Obhospodařování plantáže v dalších letech

V dalších letech (v 2. a 3. roce) po založení plantáže je nejdůležitější její odplevelování, aby nedocházelo k udušení malých rostlin [25]. Toto bude prováděno 1x ročně a stejným způsobem jako v prvním roce výsadby, opětovně je nutné provádět i postřik proti škůdcům.

Sklízení rostlin

Sklizeň biomasy z výmladkových plantáží probíhá po ukončení obmytí v zimních měsících, kdy je podíl vlhkosti v rostlinách nejnižší [27]. Pro sklízení plantáží RRD velkého rozsahu není v ČR dostupná technika, proto je nutné využívat stávající zemědělské stroje rostlinné výroby, které vyžadují úpravu pro sklízení dřevin [28].

Sklizená biomasa může být svázána a ještě půl roku uložena na okraji plantáže, kde dosychá a poté se teprve dále zpracovává. Druhou možností je štěpkování přímo při sklizni pro tyto účely speciálně upravenou sklízecí řezačkou [29]. Při předpokladu velkých ploch plantáží v projektu by pravděpodobně nastal problém s nedostatkem místa pro dosoušení sklizených rostlin na okrajích plantáže. Proto byl v projektu vybrán druhý způsob slizně a pro tyto účely zvolena sklízecí řezačka s úpravou pro štěpkování. Tento stroj bude zakoupen, jelikož bude využíván každoročně.



Obr. č. 4 – Sklízecí řezačka s úpravou pro štěpkování



Produktem sklizně bude energetická štěpka o velikosti délky cca 25-35 mm [30].

Na jaře opět seřezané pařízky obrostou novými výhony a celý cyklus hospodaření na plantáži se ještě několikrát bude opakovat.

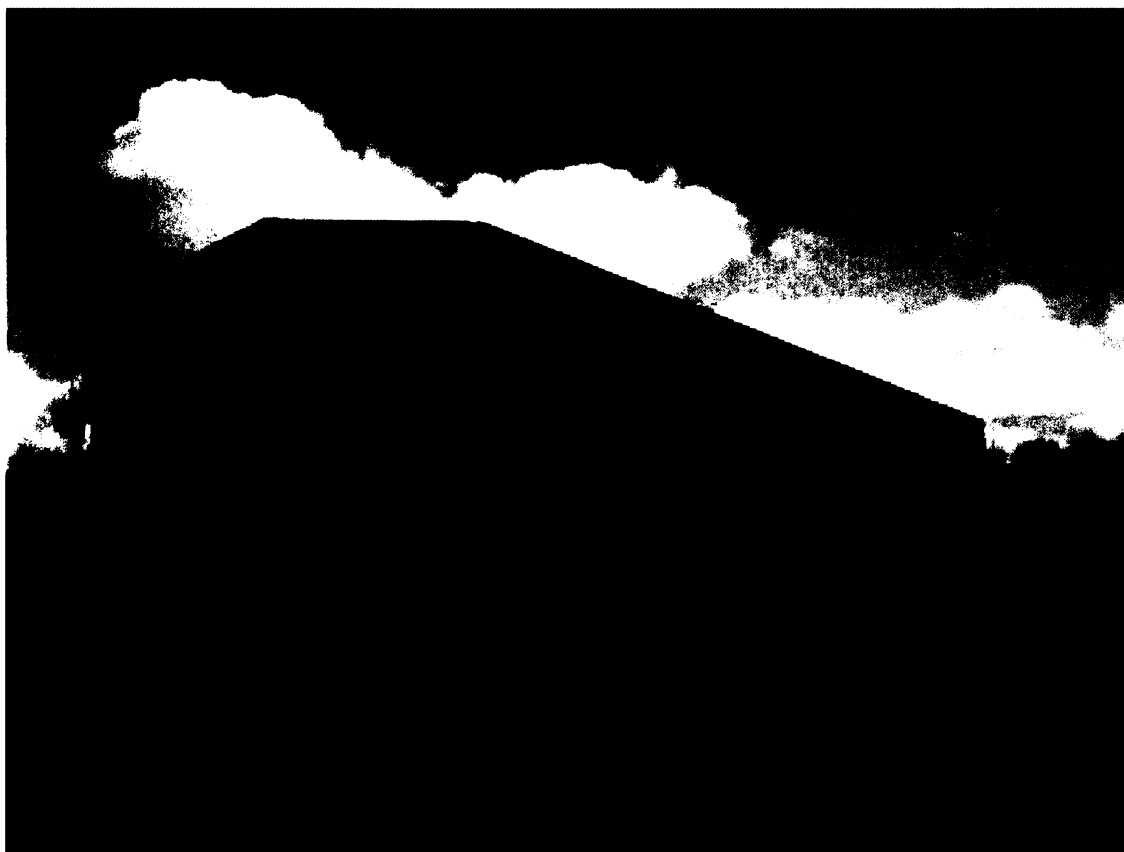
V projektu se předpokládá s životností plantáže 20 let. Obmýtí u topolů budou probíhat v pětiletých cyklech (4x) a u vrb v tří až čtyřletých cyklech (6x).

1. 3. Sušení a přeprava štěpky

Biomasa sklizená z výmladkových plantáží dosahuje vlhkosti kolem 50%. Při úpravě na štěpku přímo při sklizni je získán rovnou výsledný produkt též o vlhkosti 50%. Pokud se biomasa dosouší přímo na plantáži v neupraveném stavu, může tato vlhkost klesnout až na 30%, avšak je nutné přihlídnout k tomu, že úpravu biomasy bude nutné provést v další fázi, přibude tedy jeden proces navíc [31].

Pro získání kvalitního paliva s co nejvyšší výhřevností musí podíl vlhkosti klesnout na 10 – 20%. Z toho vyplývá, že biomasu je nutné dosoušet v obou výše uvedených případech. Rozdílem bude pouze jiná finanční náročnost u těchto sušení [32,33].

Na sušení a skladování štěpky, která se připraví ze sklizených RRD je možné využívat velkokapacitní seníky stávajících zemědělských objektů, které v současnosti zůstávají ve velké míře nevyužity [34]. Tato velkoprostorová zařízení je však nutno upravit s ohledem na velikost štěpky. Jedná se o úpravy sušících roštů a drapáku seníkového manipulátoru tak, aby štěpka nepropadávala [24]. S koupí tohoto sušícího prostoru je uvažována i v projektu.



Obr. č. 5 – Velkokapacitní seník na sušení biomasy

1. 3. 1. Průběh sušení štěpky

V projektu je počítáno s palivem – dřevní štěpkou vysušenou na 15% vlhkost. Sušení z 50% vlhkosti na požadovanou trvá přibližně 40 hodin [24]. Pokud je štěpka dobře provětrávána (není v příliš vysoké vrstvě), vysychá poměrně snadno i za běžného přístupu vzduchu [15], v projektu se tedy nepočítá s dosoušením pomocí vyhřívacího zařízení.

Při dosušování na roštích může být štěpka o vysoké vlhkosti navrstvena do max. výše 1 m, jelikož hrozí velké nebezpečí napadení plísněmi. Sušící rošty se umísťují cca 40 cm nad podlahou, aby docházelo k dobré cirkulaci vzduchu a ventilátory umístěné v seníku se spouští pouze při vysoké vlhkosti vzduchu [24]. Takto bude postupováno při sušení i v projektu.



Obr. č. 6 – Manipulátor štěpky v sušárně

Pro provoz sušárny bude zapotřebí obsluhy drapáku seníkového manipulátoru a pomocného pracovníka, který bude rozhrabávat štěpku na rošttech.

Po vysušení (40 hodin) bude štěpka (15% vlhkost) převezena k uskladnění do zásobníku umístěného vedle kotelny. Zde může být skladována dlouhodobě ve vyšší vrstvě, jelikož už nehrozí riziko jejího poškození plísněmi či hnilobou. Je nutné dodržet pouze požadavek jejího zakrytí před deštěm [29].

1. 3. 2. Přeprava štěpky

K přepravě štěpky je možnost využití libovolného dopravního prostředku s kontejnerem. V projektu bude tato přeprava zajišťována traktorem (s návěsem a kontejnerem), který bude využíván i na plantáži (např. při sázení rostlin). Kontejner je uvažován s objemem 10 m³.



Obr. č. 7 – Traktor s návěsem a kontejnerem

Pro přepravu jsou uvažovány dvě trasy. Vlhká štěpka (50% vlhkost) bude převážena z plantáže do sušárny (2 km). Vysušená štěpka (15% vlhkost) bude navážena do skladu kotelny, vzdáleného 4 km od sušárny.

1. 4. Získávání energie z biomasy

Energie z biomasy má mnoho různých forem, ke kterým je možné dojít fyzikálními, chemickými či biologickými procesy [14].

Požadovaný produkt závisí na volbě druhu biomasy, ze které bude získáván. Je mnoho druhů biomasy a každý je využitelný omezeným způsobem.

Proto je v následující tabulce pro přiblížení uveden přehled druhů biomasy, procesů a výstupních produktů.

Tabulka č. 1. 1. - Použitelnost jednotlivých druhů biomasy pro jednotlivé procesy

Druh biomasy / proces	anaerobní fermentace	aerobní fermentace	alkoholová fermentace	pyrolýza	zplyňování	spalování	esterifikace biooleje
energetické plodiny lignocelulóзовé (dřevo, sláma, picniny, obiloviny)	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Neužívá se	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Vhodné	Nevhodné
olejnaté plodiny (řepka, slunečnice, len)	Tech.-ekon. podmínky	Nevhodné	Nevhodné	Nevhodné	Nevhodné	Tech.-ekon. podmínky	Vhodné
energetické plodiny škrobnaté nebo cukernaté (brambory, cukrová řepa, obiloviny)	Neužívá se	Nevhodné	Vhodné	Neužívá se	Neužívá se	Neužívá se	Nevhodné
odpady z živočišné výroby (extremity, mléčné odpady)	Vhodné	Tech.-ekon. podmínky	Nevhodné	Neužívá se	Neužívá se	Neužívá se	Nevhodné
organický podíl komunálních odpadů	Vhodné	Neužívá se	Nevhodné	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Vhodné	Nevhodné
organický odpad z potravinářské nebo jiné průmyslové výroby	Vhodné	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Nevhodné	Nevhodné	Neužívá se	Nevhodné
odpady z dřevařských provozoven	Nevhodné	Nevhodné	Nevhodné	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Vhodné	Nevhodné
odpady z lesního hospodářství	Tech.-ekon. podmínky	Neužívá se	Nevhodné	Tech.-ekon. podmínky	Tech.-ekon. podmínky	Vhodné	Nevhodné

zdroj: VŠB-TU

1. 4. 1. Spalování biomasy

Pro získávání tepelné energie je nejběžnějším a nejstarším způsobem spalování biomasy. Jedná se o termochemický proces, skládající se ze 4 fází.

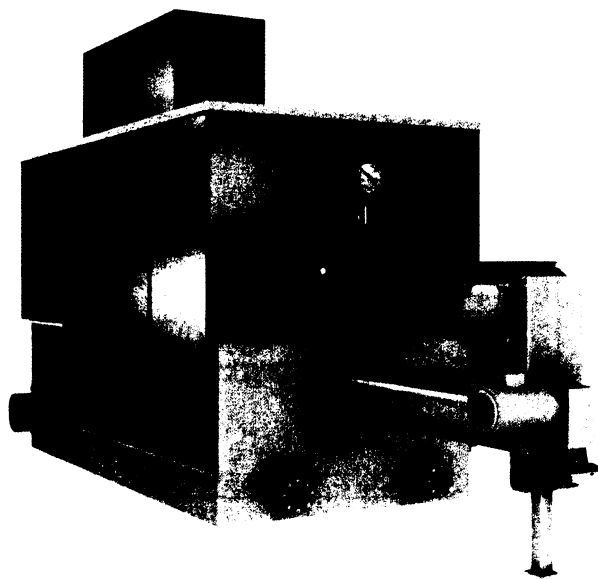
V první fázi dochází k odstraňování vlhkosti z paliva. V druhé fázi se materiál ohřívá a rozkládá se na hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelnatělý zbytek. Ve třetí fázi se spalují plynné složky a prodlužuje se plamen. V poslední, čtvrté fázi, dochází ke spalování pevných složek, kdy se za dostatečného přístupu kyslíku vytváří oxid uhelnatý, který následovně oxiduje na oxid uhličitý [35].

Výsledným produktem je teplo, které je možné využít pro vytápění objektu a ohřev vody.

1. 4. 2. Zařízení na spalování biomasy

Aby byla v projektu zajištěna produkce tepla v požadované výši 12 000 GJ za rok, bylo nutné rozhodnout, jakým způsobem toho bude docíleno. V současné době je využíváno několik různých technologických koncepcí pro spalování biomasy (např. spalování fluidní, hořákové či roštové). Ne každá tato koncepce je přitom vhodná pro všechny druhy paliv z biomasy a v úvahu musí být brán i požadovaný výkon kotle [36].

V projektu je počítáno s koupí průmyslových kotlů o celkovém instalovaném výkonu 2, 7 MW, které budou biomasu spalovat technologií posuvného roštu. Protože je tento výkon maximální a např. v létě bude kapacitně využit pouze z části, je optimální použití 3 kotlů o výkonu 0, 9 MW, což umožní v průběhu roku i odstávky za účelem oprav a revizí. Vzhledem k tomu, že se jedná o totožné kotle, je jejich propojení jednoduchou záležitostí. Kotle jsou dodávány tzv. na klíč s kompletním příslušenstvím (skladovacím prostorem, odlučovačem popílku, apod.) a jsou automatické, to znamená, že vyžadují pouze občasnou údržbu a dozor. Automatický proces provozu kotle spočívá v regulaci jeho výkonu, dávkování paliva, zapalování a odpopelnění. Celý proces je řízen tzv. lambda sondou [14].



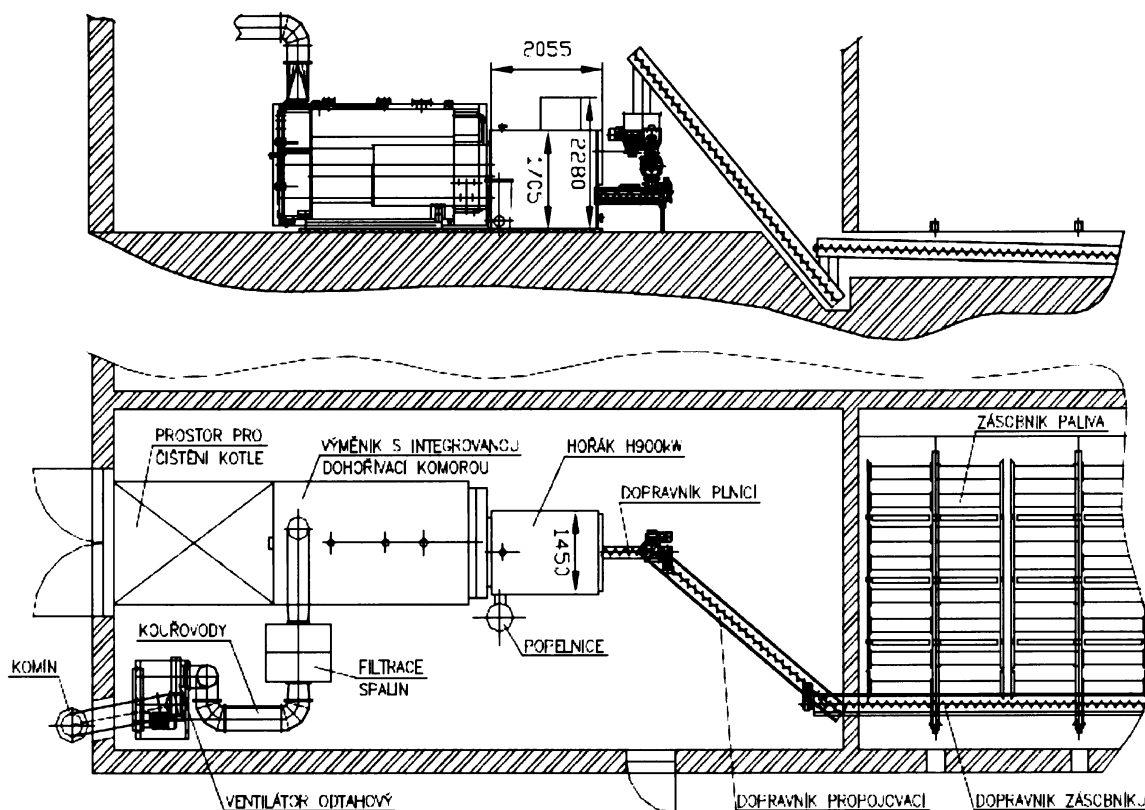
Obr. č. 8 – Průmyslový kotel na biomasu

Palivo je do kotle dopravováno automaticky šnekovým dopravníkem přímo ze skladu, který je napojen na kotelnu [37]. Tento sklad bude v projektu kapacitně dimenzován na jednoletý objem sklizené štěpky a náklady na něj zahrnutý v ceně kotelny.

Samotné spalování probíhá v prostoru s chlazeným dnem a je regulováno počítačem na základě údajů z lambda sondy, teploty vody a teploty v topeništi. Popel je posunován hrablem k drtiči popela a následně do kontejneru nebo popelnice. Regulace výkonu je řízena počítačem a při výpadku elektrické energie je v kotlovém okruhu instalován záložní systém pro zabránění přehřátí vody [37].

Čištění spalin probíhá v tzv. multicyklonovém odlučovači, který zabezpečuje splnění emisních limitů při velmi nízké spotřebě el. energie [38].

Odvoz popela bude prováděn podle potřeby na skládku mimo areál kotelny.



Obr. č. 9 – Schéma průmyslového kotle na biomasu

Umístění kotelny bude ve zvláštním objektu v těsné blízkosti vytápěného areálu, přičemž se počítá s přestavbou původní kotelny na pevná paliva. Znamená to, že budou v maximální míře využity stávající rozvody a náklady na přestavbu kotelny budou minimální.



Obr. č. 10 – Velkosklad štěpky

1. 5. Možnosti získání dotací

Při financování projektu je možné získat určité finanční úlevy formou dotací.

Pro oblast zpracovávaného projektu se dotační politika České republiky řídí zejména zákonem 180/2005 Sb. o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie [39]. Druhým důležitým předpisem, který souvisí s tímto tématem je nařízení vlády 80/2007 Sb. o podmínkách poskytování platby pro pěstování energetických plodin [40].

Pro pěstování energetických plodin lze využít „Program rozvoje venkova ČR na období 2007 – 2013“ Ministerstva zemědělství [41], který v opatření I. 1. 1. 3 podporuje založení porostů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití.

Tentýž program v opatření III. 1. 1 diverzifikace činností nezemědělské povahy, nabízí podporu pro stavební investice, strojní a technologické systémy či nákup nemovitostí.

Záležitost investic do budov strojního vybavení je možné řešit pomocí programu podpory EFEKT 2009 [42], který spravuje Ministerstvo průmyslu a obchodu. Program EFEKT 2009 je státním programem na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. Zároveň doplňuje energetické programy podporované ze strukturálních fondů EU. Dotace na zařízení a využívání tepelné energie jsou v něm zařazeny v aktivitě A. 2.

Ministerstvo průmyslu a obchodu též poskytuje prostředky ze strukturálních fondů EU prostřednictvím Operačního programu „Podnikání a inovace 2007 – 2013“ [43]. V prioritní ose 3, s názvem Teplo z obnovitelných zdrojů energie, jsou v oblasti 2. 1. uvedeny možnosti získání dotací pro výstavbu zařízení na výrobu a rozvod tepelné energie vyrobené z obnovitelných zdrojů energie.

Dalším zdrojem financí může být Operační program „Životní prostředí 2007 – 2013“ [44], který spravuje Státní fond životního prostředí. V prioritní ose 3 – Udržitelné využívání zdrojů energie jsou podporovány projekty zaměřené na udržitelné využívání zdrojů energie, zejména obnovitelných zdrojů energie. Dlouhodobým cílem programu je zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie při výrobě elektřiny a tepla. Konkrétně se jedná o podoblast 3. 1. 1, která se týká výstavby zdrojů tepla využívající OZE včetně příslušenství.

Dotační politika EU je velice příznivá, především k podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie. Některé dotace mohou pokrýt i celkové náklady na investice.

Výše poskytnutých dotací závisí na celkovém hodnotitelském procesu projektu a dalších souvisejících faktorech. Jedná se např. o kvalitu zpracování projektu, statut žadatele či jeho předchozí aktivity. Vzhledem k tomu, že v takovém rozsahu není projekt v diplomové práci zpracováván, nejsou zde tyto údaje uvažovány a nelze tedy odhadnout ani výši poskytnutých dotací.

1. 6 Aspekty ovlivňující projekt

V této kapitole bych ráda uvedla některé skutečnosti, které zpracování této práce ovlivňují, respektive mohou v budoucnosti ovlivňovat. Problémy navazující na zpracovaná témata jsou jen zmíněny s eventuelními odkazy na další materiály. Je to důsledek toho, že pokud by se jednotlivé problémy dále řešily, byl by to úkol pro několik prací (resp. projektů) takového nebo většího rozsahu.

Aspekty ovlivňující zpracování této práce jsou rozděleny podle obsahu nebo zaměření do následujících odstavců a zpracováváná práce se jimi ve svém rozsahu dále nezabývá.

Politické

a) z pohledu EU a jejich směrnic a nařízení – Je nutné brát v úvahu dokumenty závazné pro všechny členské státy EU, zejména o produkci energie z obnovitelných zdrojů, která má dosáhnout 20% v roce 2020 [1]. Tyto materiály, přestože jsou závazné, tak jsou požadavky z některých států o prodloužení této doby a v současnosti je o tom i na evropské úrovni jednáno.

b) z pohledu ČR – jsou přijímána opatření [45] na úrovni vlády s tím, že se také mění v průběhu let priority, konkrétně v minulosti byla preferována právě biomasa, v současnosti se dostává do popředí větrná energie a fotovoltaické systémy.

c) krajské resp. regionální hledisko – lze říci, že na této úrovni sledují příslušné orgány možnosti, kde získat efektivně dotace a tím směrem upravují i své krajské plány rozvoje (akční plány).

Tato politická rozhodnutí se samozřejmě vyvíjí nebo upravují v závislosti na tom, která politická strana vykonává mocenskou politiku, což platí na všech úrovních.

Procedurální a časové

Pro realizaci projektu by měla být uvažována menší firma, která již podniká a má zkušenosti se stykem s úřady a s dalšími institucemi ať státními či nestátními.

V současnosti není příliš běžné, aby jedna firma prováděla všechny dílčí procesy obsažené v práci, spíše je obvyklé, že existují specializované firmy např. na výrobu štěpky, kotelny, atd. Vzhledem k tomu, že existuje řada dokumentů a povolení, které musí firma pro provozování takového zařízení mít, a to počínaje živnostenskými listy atp., předpokládá se fakt, že firma již jisté zkušenosti má. Zároveň v projektu nejsou uvažovány lhůty vyřízení jednotlivých povolení, dokumentů, dotací atd.

Ekonomické a finanční

Jak již bylo uvedeno výše, mělo by se jednat o menší firmu a z toho vycházejí i možnosti financování a hospodaření firmy. Možnosti financování jsou prakticky 3 hlavní. Jde o vlastní financování, kdy firma disponuje prostředky, které využije pro realizaci celého projektu. Další možností je leasing event. půjčka, která je však vždy vázána na platební schopnost firmy. Třetí možností je získání finančních prostředků z dotací a to jak prostředků

ESF, tak i z prostředků Ministerstev ČR. Nejschůdnější a nyní je nejefektivnější cesta kombinací různých dotací, v horším případě pak kombinace i s ostatními způsoby financování. V práci jsou popsány základní investice, které vychází z průměrných hodnot nákladů na pořízení. Dále jsou uvedeny i provozní náklady včetně mzdových s tím, že se vychází opět z průměrných nákladů. Samozřejmě tyto náklady lze brát pouze jako orientační, protože může dojít k různým úsporám či nečekaným výdajům, které se v průběhu realizace projektu mohou vyskytnout.

Environmentální

Projekt musí splňovat dvě důležité podmínky. První podmínkou je vazba na plány rozvoje Pardubického kraje, což je důležité pro získání podpory k realizaci projektu. Druhou důležitou podmínkou je dokument EIA, který vyjádří nezávadnost projektu vůči ŽP. Pro realizaci projektu je nutné, aby obě tyto základní podmínky byly naplněny.

Logistické

Dopravní infrastruktura je v celém kraji vybudována na velmi dobré úrovni a je předpoklad, že i pro potřeby v projektu je na postačující úrovni. Proto se jejím dalším průzkumem nebudu podrobně zabývat.

Údržba zařízení a technické revize jsou předpokládány v obvyklé úrovni, která je pro tyto zařízení předepsána.

Technologické

Strojní vybavení kotelny je provedeno výběrem z několika typů kotlů vhodných pro spalování dané biomasy. Bylo vybráno optimální zařízení, které je toto schopno zajistit.

Počítá se s využitím stávající kotelny na fosilní paliva, která bude upravena na spalování biomasy.

Dopravní prostředky a zemědělské stroje jsou vybrány též s ohledem na využívaný druh biomasy a budou částečně zajištěny smluvně. Malá mechanizace bude využívána v obvyklém rozsahu a v projektu není zahrnuta.

Lidské zdroje

Pro práci je počítáno s několika pracovníky. Někteří budou pracovat smluvně, jiní na trvalý úvazek. Mzdy jsou uváděny na úrovni čisté mzdy, do nákladů tedy nejsou zahrnovány další nadstavby platů, které by zaměstnavatelská firma musela platit.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

Tato kapitola se již zabývá zpracováním konkrétních údajů. Údaje vyplývají z první části diplomové práce a týkají se zvolených produktů, které budou v projektu využity. Pokud nebylo možné použít přesný údaj, bylo využito více zdrojů a pro odhadnutí průměru.

Veškeré ceny jsou zde uváděny bez DPH a příjmy zaměstnanců jsou na úrovni čisté mzdy.

Jednotlivé kalkulace jsou řazeny, tak aby na sebe postupně navazovaly a přibližně kopírují členění první kapitoly práce.

2. 1. Základní údaje o pěstované biomase

Pro pěstování na plantážích byly vybrány klony topolů a vrb. U topolů je počítáno se sklizní v 5letém obmýtí, u vrb ve 3-4letém obmýtí. Jelikož se rostliny nesklízí každoročně, bylo vhodné navrhnout časové schéma, podle kterého bude zajištěna každý rok sklizeň plantáže o požadovaném výnosu, aby byla uspokojena roční spotřeba tepla. Životnost plantáže je předpokládána na 20 let. Z tohoto důvodu bude nutné postupné vysázení 4 plantáží (2 s topoly a 2 s vrbami). Následující tabulka uvádí možnost, jak by celý cyklus mohl probíhat, aby se každý rok sklídila pouze jedna plantáž. Při realizaci projektu by bylo nutné nejdříve založit plantáže a teprve po první sklizni začít se spalováním.

Tabulka č. 2. 1. - Časové schéma výsadby a sklizně rostlin na plantážích

Plantáž Rok	1. Plantáž (Vrba)	2. Plantáž (Vrba)	3. Plantáž (Topol)	4. Plantáž (Topol)
1	Výsadba		Výsadba	
2		Výsadba		
3	Sklizeň			
4		Sklizeň		Výsadba
5			Sklizeň	
6	Sklizeň			
7		Sklizeň		
8				Sklizeň
9	Sklizeň			
10			Sklizeň	
11		Sklizeň		
12	Sklizeň			
13				Sklizeň
14		Sklizeň		
15			Sklizeň	
16	Sklizeň			
17		Sklizeň		
18				Sklizeň
19	Sklizeň			
20			Sklizeň	

Pokud je počítáno s 3letým obmýtím u vrb a 5letým u topolů, liší se tím pádem i výnosy z plantáží v jednotlivých letech. Uvedené výnosy (viz tab. č. 2. 2.) jsou průměrným údajem získaným z použitých zdrojů [9,13,24] s přihlédnutím na zvolené stanoviště.

Dalším důležitým výchozím údajem pro projekt je výpočet velikosti plochy plantáží.

Výpočet ploch pro zakládání plantáží RRD vychází z průměrné roční spotřeby tepla, která činí 12 000 GJ [3]. Výchřevnost obou druhů RRD je uváděna se stejnými hodnotami. Liší se pouze výchřevnost mokré a vysušené štěpky. U mokré štěpky (vlhkost 50%) byla stanovena průměrná hodnota výchřevnosti na 8 MJ/kg, u vysušené (vlhkost 15%) na 14 MJ/kg [25,35,46].

Při získávání tepelné energie z biomasy je počítáno s využitím vysušené štěpky (vlhkost 15%).

Proto bylo nutné velikost plantáže spočítat z údajů o suché štěpce, konkrétně z výnosu a výhřevnosti (viz tab. č. 2. 2.).

Tabulka č. 2. 2. – Základní údaje o pěstované biomase

Rostlina Veličina	TOPOL		VRBA	
	15%	50%	15%	50%
Vlhkost (%)	15%	50%	15%	50%
Výnos (t/ha)	16	24	14, 5	22
Výhřevnost (MJ/kg)	14	8	14	8
Objemová hmotnost (kg/m3)	165	250	165	250
Objem 1t (m3)	6	4	6	4
Objem 1ha (m3)	96		88	

Potřebná velikost jedné plantáže s topoly je tedy 53, 6 ha a jedné s vrbami 59, 1 ha.

Celkově tedy bude osazena plocha 225, 4 ha.

2. 2. Náklady na plantáž

Následující přehledy (viz tab. č. 2. 3. – 2. 6.) uvádí finanční náklady na jednotlivé úkony a produkty související s hospodařením na plantáži.

Tabulka č. 2. 3. – Ceny sazenic

Sazenice	Cena (Kč) / 1ks	Cena za 1 ha (10 000 ks)
Topol	4,20	42 000
Vrba	3,00	30 000

Ceny sazenic byly odhadnuty na základě informací od dodavatelů sadebního materiálu [47].

Tabulka č. 2. 4. – Smluvně sjednané úkony na plantáži

Služba	Cena Kč/ha	Poznámka
Hluboká orba	1850	<i>před výsadbou plantáže</i>
Úprava půdy	630	<i>před výsadbou plantáže</i>
Kultivace	550	<i>každoročně</i>
Postřik proti škůdcům	1020	<i>každoročně</i>

Smluvně sjednané úkony jsou uváděny včetně poplatků za palivo a nákladů na mzdy a vycházejí z údajů udávaných zemědělskými normativy, ze kterých byly určeny i náklady na zakoupení a zemědělské techniky [48].

Tabulka č. 2. 5. – Zakoupená zemědělská technika

Stroj	Investiční náklady (Kč)	Provozní náklady (Kč/ha)
Sázecí stroj	175 000	x
Traktor 45 kW + návěs + kontejner	1 124 000	140
Sklízecí řezačka	5 989 500	336
Celkem	7 288 500	476

Provozní náklady zakoupené zemědělské techniky vychází z průměrné spotřeby strojů a ceny paliva 28 Kč/l [49] a nejsou v nich započítány mzdy zaměstnanců. Sázecí stroj je tažen traktorem, sklízecí řezačka má vlastní pohon.

Tabulka č. 2. 6. - Lidské zdroje

Popis práce	Počet osob	Sazba Kč/hod	Počet hod/ha	Náklady na 1 ha (Kč)
Obsluha sazeče	3	80	10	2400
Obsluha sklízecí řezačky	1	80	1	80
Celkem	4			2480

Na provoz plantáže je uvažováno se 4 zemědělskými pracovníky. Průměrná čistá mzda jednoho pracovníka činí 80 Kč/hod [7,8]. Počítá se pouze se sezónní prací, která časově odpovídá době potřebné pro provádění zemědělských prací [26,49] na vymezené ploše plantáží (zde jsou zahrnuty smluvní úkony).

Tabulka č. 2. 7. uvádí přepočty nákladů na jedno obmýetí u topolů (5 let) a vrb (3 roky). Při tomto přepočtu byly započítány pouze provozní náklady. Tento model pak může fungovat pro celou životnost plantáže.

Jednorázové investiční náklady nelze do takto dlouhé doby transformovat, jelikož by muselo být uvažováno s různými dobami životnosti, eventuelně s morálním zastaráváním nakoupených strojů.

Tabulka č. 2. 7. - Náklady na 1 ha plantáže za jedno obmýetí u topolů a vrb

Proces	Rostlina	TOPOL (5let)	VRBA (3roky)
		Cena (Kč/ha)	Cena (Kč/ha)
Hluboká orba		1850	1850
Úprava půdy		630	630
Kultivace		2750	1650
Postřik proti škůdcům		5100	3060
Sazenice (10 000 ks/ha)		42 000	30 000
Provozní náklady strojů		476	476
Náklady na zaměstnance		2480	2480
Celkem		55 286	40 146

Náklady na prováděné úkony na plantáži se u topolů a vrb liší z důvodu jejich rozdílné délky obmýtí.

U plantáží je počítáno s životností cca 20 let, tzn. že pětiletý cyklus u topolů proběhne průměrně 4x, tříletý cyklus u vrb proběhne 6x. Tabulka č. 2. 8. uvádí náklady na 1 ha za jedno obmýtí v porovnání s náklady na 1 ha za celých 20 let životnosti plantáže

Tabulka č. 2. 8. – Náklady na provoz 1 ha plantáže podle doby hospodaření

Doba hospodaření	Rostlina	TOPOL	VRBA
		Cena (Kč/ha)	Cena (Kč/ha)
1 obmýtí		55 286	40 146
20 let (celková životnost plantáže)		221 144	240 876

Ze souhrnu vyplývá, že náklady na 1 ha za celkovou životnost plantáže jsou přibližně u obou druhů rostlin stejné.

Náklady na celkovou plochu jedné plantáže topolů a vrb podle doby hospodaření uvádí tab. č. 2. 9., přičemž důležitým údajem pro závěrečnou kalkulaci jsou náklady na 1 rok.

Tabulka č. 2. 9. – Přehled nákladů na plochu jedné plantáže* podle doby hospodaření

Doba hospodaření	Rostlina	TOPOL	VRBA
		Cena (Kč)	Cena (Kč)
1 obmýtí		2 963 330	2 372 629
1 rok		592 666	790 876

**Velikost plochy jedné plantáže topolu je 53, 6 ha, jedné plantáže vrb 59, 1 ha .*

2. 3. Náklady na sušení biomasy

K účelům sušení sklizené a naštěpkované biomasy se předpokládá koupě objektu s tím, že budou provedeny nezbytné úpravy. Cena včetně těchto úprav je odhadnuta ve výši 3 700 000 Kč na základě realitních nabídek v dané lokalitě.

Při sušení je možné vlhkou biomasu (50 % vlhkosti) skladovat pouze do výše 1m. Zakoupený objekt má celkovou plochu 1000 m² [24], je tedy možné do něj najednou uložit pouze 1000 m³.

Objemy sklizené biomasy uvádí tab. č. 2. 10.

Tabulka č. 2. 10. – Objem sklizené biomasy

Velikost sklizené plochy	Rostlina	TOPOL	VRBA
		Objem sklizně (m ³)	Objem sklizně (m ³)
1 ha		96	88
1 plantáž*		5146	5200

**Velikost plochy jedné plantáže topolu je 53, 6 ha, jedné plantáže vrby 59, 1 ha .*

Vzhledem k přibližně stejným objemům bude další nakládání s biomasou uvažován objem 5200 m³.

Jestliže bude uvažováno, že za 1 den je možné sklídit 8 ha při rychlosti sklizně 1ha/hod (viz tab. 2. 6.), vychází objem této sklizně u topolů 768 m³ a u vrby 704 m³. Uvažovaný objem pro sušení je tedy cca 750 m³ a může být uskladněn najednou ve velkokapacitním seníku.

Doba sušení tohoto objemu činí 40 hodin [24]. Po této době bude usušená štěpka odvezena do skladu ke kotelně. Poté bude možné přivést další várku sklizené a naštěpkované biomasy

k sušení. Vzhledem k tomu, že sklizeň lze provádět v průběhu zimních měsíců, jsou možnosti závozu i odvozu značně variabilní.

Náklady na provoz sušárny jsou určeny 5000 Kč za rok a počítá se zde se sezónními pracovníky, což bylo odhadnuto na celkově 1,5 pracovníka ročně. Při platbě 80 Kč/hod [7,8] činí mzdové náklady 230 400 Kč za rok.

Součtem uvedených nákladů získáme celkové roční náklady sušárny, které budou ve výši 235 400 Kč (nejsou zahrnuty investiční náklady).

2. 4. Náklady na přepravu štěpky

V projektu je počítáno s dvěma trasami. První je mezi plantáží a sušárnou v délce 2 km. Druhá trasa je mezi sušárnou a skladem u kotelny v délce 4 km.

Obě tyto trasy budou zajišťovány traktorem s dalším návěsem a kontejnerem v celkové ceně 543 000 Kč [50].

Při spotřebě cca 30 litrů na 100 kilometrů a ceně nafty 28 Kč činí náklady na 1 km 8,4 Kč [49]. Při uvažovaném přepravovaném objemu 10 m³ na jednu cestu a přepravě objemu sklizené biomasy z 1 plantáže (5200 m³) jsou náklady uvedeny v tab.č. 2. 11.

Tabulka č. 2. 11. – Náklady na přepravu štěpky

Délka trasy	Cena (Kč)	Poznámka
1 km	8,4	
Plantáž – sušárna (2 km)	17 472	<i>520 cest á 2x2 km</i>
Sušárna – sklad (4km)	34 944	<i>520 cest á 4x2km</i>
Celkem	52 416	

Pro dopravu se průměrně počítá s jedním pracovníkem – traktoristou, který při odměně 100 Kč/hod bude mít roční plat ve výši 192 000 Kč.

Spálením biomasy vznikne za 1 rok cca 16 tun popela (viz kapitola 3). V porovnání s dopravou biomasy jde o zanedbatelné množství (cca 2%) a bude se řešit operativním odvozem (pokud by se toto množství odváželo najednou, jednalo by se cca o 3 jízdy ročně). Náklady na tuto položku nejsou v projektu zahrnuty.

Celkové roční náklady na dopravu budou ve výši 244 416 Kč (nejsou zahrnuty investiční náklady).

2. 5. Náklady na spalování biomasy a provoz kotelny

Pro provoz kotelny bylo rozhodnuto využití 3 kotlů.

Cena jednoho kotle je 2 900 000 Kč při montáži na klíč. Pro určení průměrné ceny kotlů byly použity informace o cenách od dodavatelů [51,52,53,54,55]. Celkové náklady na pořízení kotlů činí v tomto projektu 8 700 000 Kč.

Úprava a rekonstrukce rozvodů bude provedena ve stanovené výši 200 000 Kč.

Investiční náklady na zařízení kotelny budou celkem ve výši 8 900 000 Kč.

Na provoz a údržbu kotelny je nutné ještě vyčlenit částku cca 20 000 ročně.

Celé zařízení, které je plně automatické bude obsluhovat pouze 1 pracovník, který bude plnit funkci dozoru a údržby a při odměně 80 Kč/hod [7,8] činí jeho roční mzda 153 600 Kč.

Celkové roční náklady na kotelnu jsou ve výši 173 600 Kč

(nejsou zahrnuty investiční náklady).

2. 6. Souhrn nákladů

Veškeré náklady a platby uvažované v projektu jsou shrnuty do níže uvedených tabulek podle členění na provozní a investiční náklady.

Tabulka č. 2. 12. – Shrnutí provozních nákladů na celkovou plochu plantáže*

Fáze projektu	Rostlina	TOPOL	VRBA
		Cena (Kč)	Cena (Kč)
Plantáž (1rok)		592 666,-	790 876,-
Sušení (1rok)		235 400,-	235 400,-
Doprava (1rok)		244 416,-	244 416,-
Kotelna (1rok)		173 600,-	173 600,-
Celkem za 1 rok		1 246 072,-	1 444 392,-
Celkem za 1 obmýetí		6 230 360,-	4 333 176,-
Celkem za životnost plantáže (20 let)		24 921 440,-	25 999 056,-

*Velikost plochy jedné plantáže topolu je 53, 6 ha, jedné plantáže vrb 59, 1 ha .

Tabulka č. 2. 13. – Shrnutí investičních nákladů (strojních)

Fáze projektu	Cena (Kč)
Plantáž	7 288 500,-
Sušení	3 700 000,-
Doprava	543 000,-
Kotelna	8 900 000,-
Celkem	20 431 500,-

K celkovým investičním nákladům na stroje je nutné připočítat investici na nákup půdy, která při ceně 5,5 Kč/m² [6] činí:

6 501 000 Kč 2 plantáže vrb (59,1 ha)

5 896 000 Kč 2 plantáže topolů (53,6 ha)

Celkem jsou náklady na nákup půdy ve výši 12 397 000 Kč.

Celkové náklady na investice v tomto projektu jsou ve výši 32 828 500 Kč.

2. 7. Výsledky

Provedeme-li shrnutí provozních a investičních nákladů za celkovou dobu životnosti plantáže, dojdeme k číslu cca **58 000 000 Kč**.

Při uvažované spotřebě tepla 12 000 GJ [3] za rok, vychází náklady na 1 GJ cca 242,- Kč .

V ceně však nejsou zahrnuty různé daně (DPH, daň z nemovitosti, silniční apod.). Také životnost části strojního zařízení skončí a bude nutné ji ve 20letém období obměnit.

Pokud budeme cenu tepla vyrobenou z biomasy (242 Kč) porovnávat s výrobními cenami tepla z fosilních paliv v Pardubickém kraji, které uvádí ERÚ pro rok 2009 [3] , např. u elektrárny Chvaletice (151,- Kč za 1 GJ), u Semtín Pardubice (140,- Kč za 1 GJ), dojdeme k závěru, že v tomto projektu vypočtená cena tepla z biomasy výrazně převyšuje tyto ceny tepla z fosilních paliv.

Samozřejmě další dodavatelé si přidávají k ceně své marže. V této práci však jde o určení ceny výrobní, která je srovnatelná zase pouze s výrobními cenami.

Takto vyznívá cena v neprospěch výroby energie z cíleně pěstované biomasy. Pokud se bude uvažovat se získáním různých dotací, mohla by se cena této energie díky snížení vlastních nákladů provozovatele jevit příznivěji.

Důležitá by mohla být i podpora Pardubického kraje, který má vytvořen Akční plán energetiky [56]. Musí se též vzít v úvahu vytvoření několika pracovních míst a získání energetického zdroje příznivého k životnímu prostředí

3. DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Životní prostředí je při zpracovávání tohoto tématu neodmyslitelnou součástí. Je především důvodem, proč toto téma vlastně vzniklo a proč je vůbec využívání biomasy pro energetické účely v současnosti velmi progresivní oblastí.

V celosvětovém, evropském i českém měřítku je obecně využívání obnovitelných zdrojů energie diskutovaným tématem již několik desetiletí a to především v souvislosti s globální klimatickou změnou a vyčerpáváním zásob fosilních paliv. Za tuto dobu byly vyvinuty mnohé principy a technologie na získávání různých forem energie z těchto zdrojů. Od některých se po čase začíná odstupovat, některé se v současnosti naopak velmi rychle rozvíjejí. Tento druhý případ se týká i biomasy. Její mnohé formy poskytují velké množství energetických produktů – biopaliv, které je možné transformovat na energii. Z hlediska životního prostředí má největší přínos asi zpracovávání tzv. odpadní biomasy, kterou je možné dále využít pro získání energie místo toho, aby byla ihned uložena jako odpad na skládku. Do této kategorie patří odpady z různých výroby, např. z dřevozpracujícího průmyslu nebo také čistírenské kaly [13].

Tato práce je ale zaměřena na v současnosti velmi se rozvíjející možnost získávání biomasy pro energetické využití – na její cílené pěstování.

K energetickému využití je v současnosti využíváno mnoho druhů stébelnin, jednoletých bylin, víceletých, vytrvalých bylin a rychle rostoucích dřevin, které byly zvoleny i v této práci. Důležitým faktorem je volba stanoviště. Energetické druhy obilovin a píce, olejovin, apod. byly vyšlechtěny z běžných zemědělských plodin a je tedy nejvhodnější pro ně využívat stanoviště obdobného typu [15]. K těmto účelům je nejvhodnější zvolit neobdělávanou zemědělskou půdu, jejíž plocha od roku 1990 v ČR narůstá o 25 000 – 30 000 ha ročně [9].

U RRD jsou možnosti výběru stanoviště variabilnější. Plantáže těchto dřevin je možné zakládat i na méně hodnotných stanovištích (např. při rekultivaci skládek, na výsypkách

apod.), ale také na nevyužívané zemědělské půdě. V každém případě je vždy nutné vhodně zkombinovat stanovištní podmínky s výběrem klonu dřevin [13,17].

3. 1. Funkce plantáží RRD v krajině

V Pardubickém kraji je uváděno vysoké poškození lesů – až 80% [4] a většina oblasti je pokryta zemědělskými pozemky. Protože je možné výmladkové plantáže z hlediska formy hospodaření začlenit mezi trvalé kultury, může to mít pozitivní dopady v mnoha aspektech na životní prostředí. Tyto plantáže vytváří v krajině nový pokryv a ve srovnání s intenzivní zemědělskou činností působí na orné půdě příznivě na různé funkce ekosystémů [57].

Vlivem na půdní, vlhkostní a mikroklimatické podmínky dávají možnost rozvoje a obnovy rozmanitosti různých druhů a společenstev. Proto také na těchto stanovištích dochází k pozorování nárůstu biodiverzity, především u stanovišť, která před výmladkovou plantáží sloužila k potravinářské produkci.

Porosty RRD, obdobně jako jiné porosty dřevin pomáhají ke stabilizaci odtokových poměrů a snižují erozi půdy, především při extrémních srážkách.

Opadávání listů z RRD přispívá k nárůstu obsahu humusu a půdní aktivity [18].

Prováděné studie zatím nepoukazují na výrazné negativní vlivy výmladkových plantáží. Nejčastěji je v této souvislosti zmiňována ekologická stabilita výmladkových plantáží při zakládání monokultur. Toto je však možné eliminovat založením smíšeného porostu klonových a druhových směsí. Vybírají se klony s podobnými růstovými vlastnostmi, aby nebyl ovlivňován výnos [11].

3. 2. Spalování biomasy

Mezi hlavní ekologické aspekty přechodu na paliva z biomasy je udáván především jejich šetrný vliv na ovzduší z hlediska produkce emisí při spalování. Obecně se však uvádí především nulová bilance CO₂ při spalování.

Z celého procesu získávání energie z cíleně pěstované biomasy má nejvýraznější dopady na životní prostředí právě její spalování. Při něm vzniká i řada dalších znečišťujících látek, které mohou mít větší koncentrace než je tomu při spalování fosilních paliv.

Palivo z biomasy je složeno z vody, spalitelného podílu a nespalitelného podílu (popela). Obsah popela v biomase se oproti ostatním palivům uvádí nízký. Nižší obsah popela snižuje emise pevných částí popílku. U vrby se podíl popela uvádí 2% v sušině, u topolu 1, 8% v sušině. Obsah prchavé hořlaviny pak u vrby 80, 3 % a u topolu 81, 2% [58]

Důležitým faktorem pro co nejdokonalější spalování je výběr vhodného spalovacího zařízení. Proto jsou vyráběny kotle speciálně pro spalování biomasy, které se od kotlů na běžná fosilní paliva odlišují. Kotle na biomasu zajišťují především vysoký přívod tepla v první fázi spalování, kdy je nutné, aby se z biomasy odpařila voda. Proto je energeticky i ekonomicky výhodné využití co nejsuššího paliva. Je také nutné dostatečný přívod vzduchu, aby došlo k promíchání prchavého podílu, uvolňovaného v další fázi spalování s plynným prchavým podílem. [25,59]

Jako zanedbatelné se při spalování biomasy uvádí emise oxidu siřičitého, protože stopy síry se vyskytují v rostlinách jen výjimečně např. v kůře dřevin.

Emise oxidů dusíku dosahují většinou cca poloviny povolených limitů. Mohou se však zvýšit při překročení optimální teploty hoření nebo v důsledku kumulace dusíků v palivu (více než 1, 5%). V tomto případě pak může dojít i k překročení emisních limitů.

Za největší hrozbu při spalování biomasy jsou v posledních letech označovány vysoké obsahy polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů (PCDD/F) ve spalinách.

Studie, které se tímto tématem zabývají, se však některých v pohledech na tuto problematiku liší, takže jednoznačné stanovisko zatím nebylo vyřčeno [60,61].

3. 3. Doprava biomasy

Značným rizikovým faktorem z hlediska životního prostředí může být i transport biomasy. Průměrná objemová hmotnost se pro biomasu uvádí 200 kg/m³ a pro hnědé uhlí 720 kg/m³ [62]. Je tedy logické, že přeprava biomasy bude objemově asi 3, 5 krát náročnější než přeprava uhlí. I při optimistickém tvrzení, že biomasa bude mít přibližně stejnou výhřevnost jako toto uhlí, je tento fakt značně neekologický.

V projektu byla uvažována doprava v souvislosti s přepravou štěpky na místo sušení a poté na místo skladování. Celkový počet ujetých kilometrů vychází z výše uvedených výsledků (viz kapitola 2) a je tedy odhadnut na 6240 km ročně (za období 1 sklizně). Při rozložení celé doby sklizně do 100 dní, bude za 1 den ujet 62, 4 km. To znamená, že každá z obou tras bude projeta za 1 den asi 3x v obou směrech. Toto není nijak výrazné číslo a proto mohou být vlivy této přepravy na životní prostředí považovány za zanedbatelné. S narůstající vzdáleností či frekvencí přepravy biomasy by dopady na životní prostředí vzrůstaly.

3. 4. Popel ze spalování biomasy

Podíl popela se u různých druhů tuhých paliv výrazně liší. Rozdíly jsou i u různých druhů paliv z biomasy. Kvalitní palivové dříví dosahuje hodnot popelovin pod 1%, u štěpky z RRD dosahuje cca 2%. Naproti tomu černé uhlí má tento obsah až 8% a hnědé uhlí může mít dokonce 40% [62].

Z tohoto srovnání je zřejmé, že popela bude vznikat při spalování biomasy podstatně méně než při spalování uhlí. A proto i další manipulace s ním bude snazší a levnější než je tomu v případě fosilních paliv.

Pokud budou uvažovány údaje získané při zpracování této diplomové práce, bylo celkové množství vyprodukovaného popela stanoveno na 16 tun ročně.

Roční produkce odpadu není tedy v případě tohoto projektu zanedbatelná a je nutno dále nakládat tímto s opadem podle pravidel pro nakládání s odpady, které upravuje zákon o odpadech č. 185/2001 [63].

Podle některých studií je ale též možnost využívat tento popel z části jako hnojivo na plantážích, omezující acidifikaci půdy a potenciální nevyváženost živin a může být významným zdrojem vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku, dusíku a dalších prvků [46].

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit ekonomickou náročnost využívání cíleně pěstované biomasy jako zdroje k získávání tepelné energie pro vytápění. Fiktivní projekt, na kterém byly řešeny jednotlivé činnosti související s touto problematikou, je rozdělen do několika částí. V první části byly rozebrány druhy biomasy používané k těmto účelům a jako optimální byly vybrány rychle rostoucí dřeviny, konkrétně topol a vrba.

V práci je popsán celý proces od založení plantáží rychle rostoucích dřevin, přes jejich zpracování na štěpku, sušení až po vlastní spalování.

Z ekonomických kalkulací vyplývá, že výroba tepla tímto způsobem je dražší než výroba tepla z fosilních paliv. Pozitivem však je, že tento proces je šetrný k životnímu prostředí, především z hlediska emisí, které nejsou produkovány v takové míře jako při spalování fosilních paliv. V zemědělských oblastech pěstování biomasy může napomáhat k energetické soběstačnosti. Problémem však zůstávají poměrně vysoké počáteční investice. Proto v ČR zatím není obvyklé, aby se pěstování biomasy využívalo ve větším měřítku a jsou realizovány především menší projekty.

Zahraniční zkušenosti však ukazují, že biomasu a obecně obnovitelné zdroje lze využít ve velkých projektech, je to však otázka legislativy a státních programů podpor.

Celkově lze konstatovat, že cíleně pěstovaná biomasa má v obnovitelných zdrojích své místo, ale zatím je z ekonomického hlediska daleko výhodnější využívat biomasu odpadní.



POUŽITÉ ZDROJE

1. Communication from the Commission - Biomass action plan 2005.
Dostupné z: <http://www.mpo.cz> [cit. 2009-05-09].
2. České energetické závody, a. s.,
Dostupné z: www.cez.cz [cit. 2009-07-01].
3. Předběžné ceny tepelné energie k 1. 1. 2009
Dostupné z: <http://www.eru.cz> [cit. 2009-04-22].
4. REAS: Koncepce zemědělské politiky a rozvoje venkova Pardubického kraje – Analytická část. Praha: IREAS, 2003.
5. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ: Statistická ročenka půdního fondu České republiky. Praha. 2009.
6. Příloha č. 22 k vyhlášce č. 3 /2008 Sb.
7. Regionální statistika ceny práce - Pardubický kraj
Dostupné z: <http://portal.mpsv.cz> [cit. 2009-04-06].
8. Kartotéka typových pozic
Dostupné z: <http://ktp.istp.cz> [cit. 2009-03-09].
9. HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., WEGER, J.: Biomasa jako obnovitelný zdroj energie-Ekonomické a energetické aspekty. Acta Pruhoniana 79. VÚKOZ, Průhonice. 2005. 67 s. ISBN 80-85116-38-3.
10. MIŠKOVSKÝ, J.: Zkušenosti s pěstováním rychle rostoucích dřevin. In Zemědělská technika a biomasa 2007/4. Sborník přednášek, Praha: VÚZT, 2007. s. 124-126. ISBN 978-80-86884-24-0.
11. WEGER, J. a kol.: Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému použití na zemědělské půdě. Průhonice: VÚKOZ. 2005.
Dostupné z <http://www.vukoz.cz>

12. HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J. a kol.: Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniana 83. VÚKOZ, Průhonice. 2006. 96 s. ISBN 80-85116-48-0.
13. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., JANÁSEK, P.: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 185 s. ISBN 80-248-1207-X.
14. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 228 s. ISBN 978-80-248-1426-1.
15. KOVÁŘOVÁ, M., ABRHAM, Z., JEVIČ, P., ŠEDIVÁ, Z.: Pěstování a využití energetických zdrojů a průmyslových plodin .
Dostupný z: <http://www.vuzt.cz> [cit. 2009-05-04].
16. WEGER, J.: Typologie stanovišť a rajonizace klonů rychle rostoucích dřevin k energetickému využití pro efektivní pěstování výmladkových plantáží. In Zemědělská technika a biomasa 2006/4. Sborník přednášek. Praha: VÚZT, 2006. s. 144-148. ISBN 80-86884-15-5
17. McELROY, G.H., DAWSON W.M.: Biomass from short-rotation coppice willow on marginal land. Biomass, Volume 10, Issue 3, 1986, Pages 225-240.
18. STRAŠIL, Z.: Vliv stanoviště, hnojení dusíkem a termínu sklizně na výnosy fytohmoty, obsah vody a obsah živin u vybraných energetických plodin. In Zemědělská technika a biomasa 2004/5. Sborník přednášek. Praha: VÚZT, 2004. s. 90-93. ISBN 80-86884-00-7.
19. ČSÚ: Statistická ročenka Pardubického kraje 2008. Praha.
20. Příloha č. 1 k vyhlášce č. 327/1998 Sb.
21. MOUDRÝ, J.: Energetické využití biomasy. Multimediální text.
Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz> [cit. 2009-07-04].

22. ANDERSON, H.W., PAPADOPOULOS, C.S., ZSUFFA, L.: Wood energy plantations in temperate climates. *Forest Ecology and Management*, Volume 6, Issue 3, August 1983, Pages 281-306.
23. KOPP R.F., ABRAHAMSON L.P., WHITE E.H., VOLK T.A., NOWAK C.A., FILLHART R.C. (2001): Willow biomass production during ten successive annual harvests. *Biomass and Bioenergy* 2001, 20:1-7.
24. SLADKÝ, V.: Pěstování, sklizeň, zpracování, sušení a skladování energetických topolů. Orientační studie. VÚZT. Praha. 2001.
25. KÁRA, J., STRAŠIL, Z., HUTLA, P., UŠŤAK, S.: Energetické rostliny-technologie pro pěstování a využití 2005/3. VÚZT, Praha. 2005. ISBN 80-86884-06-6.
26. Rýhový zalesňovací stroj.
Dostupné z: <http://www.vlkproject.cz>. [cit. 2009-03-08].
27. HUTLA, P.: Energetické plodiny-možnosti a varianty sklizně. In *Zemědělská technika a biomasa 2004/5. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2004. s. 32-38. ISBN 80-86884-00-7.
28. PASTOREK, Z.: Zemědělská technika a racionální využití biomasy. In *Zemědělská technika a biomasa 2006/4. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006. s. 9-10. ISBN 80-86884-15-5.
29. SOUČEK, J.: Bioenergetické suroviny-logistika a výrobní technologie. In *Zemědělská technika a biomasa 2004/5. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2004. s. 86-89. ISBN 80-86884-00-7.
30. Drcení a štěpkování
Dostupné z: <http://www.drevosrot.cz> [cit. 2009-03-08].
31. MAZANCOVÁ, J., HUTLA, P.: Energetické plodiny-posklizňové zpracování. In *Zemědělská technika a biomasa 2004/5. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2004. s. 54-57. ISBN 80-86884-00-7.

32. MAZANCOVÁ, J., HUTLA, P., SLAVÍK, J.: Vlastnosti paliv z RRD v závislosti na formě jejich zpracování. In Zemědělská technika a biomasa 2007/4. Sborník přednášek, Praha: VÚZT, 2007. s. 102-108.
33. CELJAK, I.: Wood chips production from fast growing woody plants, *Farmer*, 3/99, 1999 s. 16-18.
34. KOVÁŘOVÁ, M., ABRHAM, Z., JEVIČ, P., ŠEIVÁ, Z., KOCÁNOVÁ, V.: Ekonomika pěstování a využití nepotravinářských plodin 2002/5. VÚZT, Praha. 2002. ISBN 80-238-9955-4.
35. ANDERT, D., SLADKÝ, V., ABRHAM, Z.: Energetické využití pevné biomasy 2006/7. VÚZT, Praha. 2006. ISBN 80-86884-19-8.
36. Combustion characteristics of different biomass fuels
Progress in Energy and Combustion Science, Volume 30, Issue 2, 2004, Pages 219-230
AYHAN DEMIRBAS
37. Technická dokumentace kotlů Verner Golem
Dostupné z: <http://www.verner.cz> [cit. 2009-04-25].
38. TTS – Technická dokumentace kotle na štěpku
Dostupné z: www.tts.cz [cit. 2009-04-25].
39. Zákon č.180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie
40. NV č.80/2007 Sb. o stanovení podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin
41. Program rozvoje venkova.
Dostupné z: <http://www.mze.cz> [cit. 2009-07-21].
42. EFEKT 2009
Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz> [cit. 2009-07-22].

43. Podnikání a inovace

<http://www.mpo-efekt.cz> [cit. 2009-07-15].

44. Operační program životní prostředí

Dostupné z: <http://www.opzp.cz> [cit. 2009-07-12].

45. Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011.

Dostupné z: <http://www.mze.cz> [cit. 2009-02-17].

46. sladký, V. dvořák, j. andert d.: Obnovitelné zdroje energie – fytopaliva 2002/2 (VUZT, Praha 2002. ISBN 80-238-9952-x

47. Dodavatelé sadby rychle rostoucích dřevin.

Dostupné z: <http://www.ukzuz.cz> [cit. 2009-04-16].

48. Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu – ceny služeb mechanizovaných prací. Dostupné z: <http://www.agronormativy.cz/> [cit. 2009-05-09].

49. Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu – spotřeba nafty a lidské práce v RV dle pracovních operací. Dostupné z: <http://www.agronormativy.cz/> [cit. 2009-05-07].

50. Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu – provozní a investiční náklady na stroje. Dostupné z: <http://www.agronormativy.cz/> [cit. 2009-05-04].

51. Biopal – kotle na spalování biomasy

Dostupné z: <http://www.biopal.cz/> [cit. 2009-06-25].

52. Polycomp - Kotle pro spalování dřevního odpadu

Dostupné z: www.polycomp.cz [cit. 2009-07-19].

53. Step Trutnov – Kotle na spalování dřevní štěpky a zrna

Dostupné z: www.steptrutnov.cz [cit. 2009-06-21].

54 Verner – Průmyslové kotle

Dostupné z: www.verner.cz [cit. 2009-07-21].

55. TTS – kotle na štěpku

Dostupné z : www.tts.cz [cit. 2009-06-18].

56. Akční plán energetiky Pardubického kraje. 2005. Pardubice.

57. DONALD, P., GERALD, J., NIEMI, J.: Perspectives on biomass energy tree plantations and changes in habitat for biological organisms. Biomass and Bioenergy, Volume 6, Issues 1-2, 1994, Pages 31-39.

58. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: Ekologické aspekty záměny fosilních paliv za biomasu. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 144 s. ISBN 978-80-248-1595-4.

59. KÁRA, J.: Biomasa pro výrobu tepla. In Zemědělská technika a biomasa 2003/2. Sborník přednášek. Praha: VÚZT, 2003. s. 22-25. ISBN 80-903271-0-9.

60. BENESTAD, CH.: The combustion of biomass – environmental consequences: An intercalibration study of sampling and chemical analyse of air pollution. Biomass, Volume 22, Issues 1-4, 1990, Pages 329-342.

61. HUTLA, P.: Emise při spalování biomasy. In Zemědělská technika a biomasa 2003/2. Sborník přednášek. Praha: VÚZT, 2003. s. 30-33. ISBN 80-903271-0-9.

62. TZB-INFO – úspory energie

Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/> [cit. 2009-06-19].

63. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1. 1. - Použitelnost jednotlivých druhů biomasy pro jednotlivé procesy
- Tabulka č. 2. 1. - Časové schéma výsadby a sklizně rostlin na plantážích
- Tabulka č. 2. 2. - Základní údaje o pěstované biomase
- Tabulka č. 2. 3. - Ceny sazenic
- Tabulka č. 2. 4. - Smluvně sjednané úkony na plantáži
- Tabulka č. 2. 5. - Zakoupená zemědělská technika
- Tabulka č. 2. 7. - Náklady na 1 ha plantáže za jedno obmýtí u topolů a vrb
- Tabulka č. 2. 8. - Náklady na provoz 1 ha plantáže podle délky hospodaření
- Tabulka č. 2. 9. - Přehled nákladů na plochu jedné plantáže* za jedno obmýtí a jeden rok
- Tabulka č. 2. 10.- Objem sklizené biomasy
- Tabulka č. 2. 11.- Náklady na přepravu štěpky
- Tabulka č. 2. 12 - Shrnutí provozních nákladů na celkovou plochu plantáže
- Tabulka č. 2. 13.- Shrnutí investičních nákladů (strojních)

Seznam obrázků

- Obr. č. 1 – Vysazené topoly na plantáži
- Obr. č. 2 – Výmladková plantáž s vrbami
- Obr. č. 3 – Sázecí stroj
- Obr. č. 4 – Sklízecí řezačka s úpravou pro štěpkování
- Obr. č. 5 – Velkokapacitní seník na sušení biomasy
- Obr. č. 6 – Manipulátor štěpky v sušárně
- Obr. č. 7 – Traktor s návěsem a kontejnerem
- Obr. č. 8 – Průmyslový kotel na biomasu
- Obr. č. 9 – Schéma průmyslového kotle na biomasu
- Obr. č.10 – Velkosklad štěpky

