

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Ekonomická efektivita energetického zpracování
biomasy**

David Šmat

© 2010 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky

Akademický rok 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

David Šmat

obor Veřejná správa a regionální rozvoj - k.s. Litoměřice

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název tématu: **Ekonomická efektivita energetického zpracování
biomasy**

Struktura diplomové práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Úvod
4. Literární rešerše- zdroje biomasy obecně, koncepce ČR v oblasti využití obnovitelných zdrojů, její realizace, srovnání s EU, ekonomická efektivnost obecně, externality
5. Vlastní práce -technologická účinnost přeměny jednotlivých druhů biomasy na energii, faktory, které ji ovlivňují, provozní náklady technologií, ekonomické zhodnocení přeměny na zdroje energie, podmínky využití technologií v ČR - vyvolané investice
6. Závěr
7. Seznam literatury
8. Přílohy

Rozsah původní zprávy: 50 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Cenek M., Obnovitelné zdroje energie, 2001, Praha FCC PUBLIC, ISBN 8090198589
Murtinger K., Beranovský J., Energie z biomasy, 2007, ERA GROUP, ISBN 8073660717
Pastorek Z. a kol., Biomasa, 2004, FCC PUBLIC, ISBN 8086534065
Straka F., Bioplyn, 2006, GAS s.r.o., ISBN 8073280299
Sborník referátů z Mezinárodní konference "Bioplyn 2007", 2007, Praha GAS s.r.o. ISBN 9788073281108
Tvrdoň j. a kol. Příprava manažerů zem. podniků na optimalizaci hospodaření v podmínkách SZP, 2004, ČZU Praha, ISBN 8021312580

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jarmila Peterová, CSc.**

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2010

Berwicková a z.
.....
Vedoucí katedry



[Handwritten signature]
.....
Děkan

V Praze dne: 15.12.2008

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonomická efektivita energetického zpracování biomasy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9.4.2010

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce paní Ing. Jarmile Peterové, CSc. za metodické vedení a zajímavé postřehy z praxe a dále všem kolegům a konzultantům, kteří obohatili mou práci o nezbytné informace.

Ekonomická efektivita energetického zpracování biomasy

Economic effectivity energetic processing of biomass

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá ekonomickou efektivitou energetického zpracování biomasy. V teoretické části je provedena rešerše literatury s cílem objasnit co to je biomasa, jak vzniká a na čem závisí její energetické využití. Dále je v práci popsáno právní prostředí ČR, ve kterém se investor do obnovitelných zdrojů energie pohybuje, jsou zde uvedeny externality a je provedeno srovnání využití biomasy v ČR s jejími bezprostředními sousedy. V praktické části je na zvolených reálných modelových případech provedeno ekonomické vyhodnocení dvou možných projektů investice do biomasy. V prvním případě jde o biochemickou přeměnu energie, ve druhém případě se jedná o termický způsob využití energie biomasy. Pro zvolené projekty je vždy počítána prostá a reálná doba návratnosti investice, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a citlivostní analýza kolísání nákladů a tržeb. Z výsledků práce vyplývá, že investice do energetického zpracování biomasy je ekonomicky efektivní, nicméně bez dotací a garantovaného výkupu by tomu tak nebylo.

Summary

This thesis deals with economic effectiveness of biomass energy processing. Theoretical part of the text attempts to explain meaning of the term biomass, its origin and conditions of its energy utilization. Legal environment of Czech rep.(ČR) affecting an investor in renewable energy is described in this part of the work as well. Then comes externalities outline and comparison of biomass utilization between ČR and its neighbouring countries. Practical part of the text presents economic evaluation of two possible investment plans into biomass realized on two examples. The first one concerns with biochemical transformation of energy, the second one with termic utilization of biomass energy. Selected projects are evaluated in terms of pay-off

investment period, real pay-off period, net present value, internal rate of return and sensitivity analysis of cost and sale fluctuation. Outcomes of this theses suggest that the investment into biomass energy processing for the purpose of electricity production is economically effective only on condition of institutional subsidies and guaranteed purchase.

Klíčová slova: biomasa, termická přeměna, biochemická přeměna, externality, prostá doba návratnosti, reálná doba návratnosti, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, citlivostní analýza

Keywords: biomass, termic utilization, biochemical transformation, externalities, pay-off investment period, real pay-off period , net present value, internal rate of return, sensitivity analysis

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Cíl práce a metodika	7
3. Rešerše literatury	9
3.1. Vznik biomasy.....	9
3.2. Biomasa pro energetické účely	10
3.3. Koncepce ČR v oblasti využití obnovitelných zdrojů.....	13
3.3.1. Státní energetická koncepce ČR	13
3.3.1.1. Strategické priority energetiky ČR.....	14
3.3.2. Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011.....	15
3.4. Energetická koncepce OZE EU.....	17
3.5. Ekonomická efektivnost obecně	18
3.5.1. Jednorázové investiční náklady	19
3.5.2. Budoucí výnos a riziko	19
3.5.3. Diskontní míra	20
3.5.4. Současná hodnota investice	20
3.5.5. Čistá současná hodnota.....	21
3.5.6. Vnitřní výnosové procento IRR (Internal Rate of Return).....	22
3.5.7. Prostá a reálná doba návratnosti investice	22
3.5.8. Citlivostní analýza	23
3.6. Ekonomika biomasy	23
3.6.1. Státní podpora biomasy	24
3.6.2. Biochemický způsob přeměny biomasy na energii.....	27
3.6.2.1. Biomasa pro biochemickou cestu – bioplyn.....	27
3.6.2.1.1. Anaerobní fermentace.....	28
3.6.2.1.2. Skládkový plyn	30
3.6.2.1.3. Biologicky rozložitelný komunální odpad – BRKO	31
3.6.2.1.4. Kompostování.....	31
3.6.2.1.5. Využití bioplynu pro energetické účely	32
3.6.2.2. Biomasa pro biochemickou cestu – bietanol.....	32
3.6.3. Biomasa pro termické využití	33
3.6.3.1. Spalování biomasy	34
3.6.3.2. Termické zplyňování.....	36
3.6.3.3. Další způsoby využívání energie z biomasy	37
3.7. Externality.....	38
3.7.1. Pozitivní vliv energetického využívání biomasy	38
3.7.2. Negativní vliv enegetického využívání biomasy	40
3.8. Srovnání pěstování biomasy s vybranými zeměmi	41
4. Vlastní práce.....	45
4.1. Technologická účinnost přeměny jednotlivých druhů biomasy na energii	45
4.2. Ekonomické zhodnocení vybraného projektu BPS (biochemická přeměna)	45
4.2.1. Výpočet zvolených ekonomických ukazatelů.....	49
4.2.2. Vyhodnocení BPS.....	53
4.3. Ekonomické zhodnocení projektu na energetické využití řepkového šrotu (termická přeměna)	54
4.3.1. Výpočet zvolených ekonomických ukazatelů.....	56
4.3.2. Vyhodnocení výroby elektřiny z řepkového šrotu	60
5. Závěr	61
6. Seznam zkratk a symbolů	64
7. Seznam použité literatury.....	65
8. Seznam příloh	67

1. Úvod

V současném světě je problematika energetiky velmi diskutovaná. Žádný stát na světě, dokonce ani ty nejchudší, nemohou bez jakékoliv energie přežít. V historii lidstva tak známe celou řadu válečných konfliktů právě kvůli potřebě dostat se k cenným surovinám. Tak jak plyne čas a lidstvo populačně i ekonomicky roste, zvyšují se rovněž jeho potřeby energií. V Evropě se pak v posledních letech objevuje sílící tlak na uspokojování energetických potřeb s cílem, co nejvíce šetřit a chránit přírodu a nezhoršovat celosvětové klima nadměrnou spotřebou fosilních paliv. Škoda, že západní Evropa zůstává v tomto svém boji dosti osamocená, protože nepatří ve světě k největším znečišťovatelům.

Přesto Evropská unie stanovila pro jednotlivé členské státy ve směrnici 77/2001/ES indikativní cíle podílu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů (OZE) na celkové spotřebě. V celé EU by se podle této směrnice mělo vyrábět do konce roku 2010 více než 22% elektřiny z OZE¹, což přispěje nejen k menší celkové energetické závislosti na okolních nestabilních zemích, ale především to pomůže snížit dopady působení člověka na přírodu. Cíle pro jednotlivé země jsou uvedeny v **příloze č.1**. Pro Českou republiku z toho vyplývá odvážný cíl, vyrábět do konce roku 2010 osm procent vlastní spotřeby elektřiny z OZE. Pro úspěšné naplnění indikativního cíle (nejedná se o závazek se sankcí, ale ta může po vyhodnocení výsledků našeho úsilí přijít při prokázání nedostatečné snahy) přijala ČR velmi moderní zákon č.180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Tento zákon mimo jiné upravuje podmínky, za kterých stát vykupuje elektřinu z OZE a pro potencionální investory do této oblasti garantuje minimální výkupní cenu po dobu 15 let a meziroční snížení minimální ceny o maximálně 5%, což činí z investora zajímavého klienta pro běžné peněžní ústavy, protože každý je schopen s relativně vysokou přesností spočítat základní ekonomické veličiny zamýšleného projektu. Každoročně se tak v ČR daří zapojit do elektrizační soustavy více a více nejrůznějších výroben elektřiny z OZE, které pomůžou zmíněný cíl splnit. Až do konce roku 2008 se i přes připojování nových zdrojů, především vodních a větrných elektráren, nedařilo slíbený cíl naplnit, protože

¹ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.116

zároveň neúměrně více rostla spotřeba elektřiny. Nyní při bezprecedentní podpoře fotovoltaických elektráren a rozumnému zvýhodnění dalších výrobců energie z obnovitelných zdrojů, ale především díky ekonomické krizi, která způsobila, že se v roce 2009 poprvé po dlouhých letech spotřeba elektřiny na našem území nezvýšila (naopak došlo k takřka 6% poklesu²), lze předpokládat, že se k slíbenému cíli podstatně přiblížíme.

Na území ČR jsou energetické potřeby uspokojovány především spalováním uhlí a výrobou energie z jádra, které navzdory snahám některých zemí není stále považováno za obnovitelný zdroj. V současnosti umíme získávat „čistou“ energii ze slunce (fotovoltaické elektrárny a solární panely), z nitra země (geotermální energie), dokážeme zachytit energii vodních toků (vodní elektrárny, mlýny, hamry apod.) a rovněž využít síly větru (větrné elektrárny a čerpadla). V neposlední řadě zvládáme transformovat pro naše potřeby naakumulovanou energii ukrytou v rostlinách, a to ve všech jejích podobách a právě na tuto oblast se zaměřuje tato práce, tedy na **biomasu**. V České republice se tomuto způsobu výroby energie nevěnuje dostatečná pozornost (vyjma masivního rozmachu spalování dřeva v nejrůznějších topidlech), což je velká příležitost pro všechny investory, ale především pro zemědělce, kteří se možná stále ještě bojí opřít se od tradičního pojetí zemědělství a do tohoto nového podnikání se pustit. Biomasa je přitom prakticky všudypřítomná a provází člověka odnepaměti, jde jen o to umět ji správně využít. V této práci se věnuji především **biomase cíleně pěstované** pro energetické účely (energetické plodiny), dále **zbytkové biomase** v tomto případě s využitím pro energetické účely (sláma, piliny, pařezy apod.), **bioplynu** (skládky, rostlinný a živočišný odpad) a **biopalivům** (bioetanol, bionafta atd.).

Je zřejmé, že hydroenergetický potenciál je v ČR de facto vyčerpaný, větrné elektrárny naráží na nedostatek ochoty obcí realizovat je na svém území a vhodných lokalit je navíc málo, fotovoltaické elektrárny jsou v našich podmínkách energetickým nesmyslem a existují jen díky neopodstatněně vysokým dotovaným cenám (otázkou je, jak ještě dlouho podpora pro nové projekty vydrží na stávající úrovni?), a s geotermální energií nemáme příliš praktických zkušeností, i když se dá očekávat určitý boom, pokud se některé projekty podaří dokončit a efektivně provozovat (Litoměřice) . Naproti tomu

² <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/2790.html>

biomasa byla, je a bude vždycky součástí lidského života a v ČR panují pro pěstování biomasy příznivé podmínky, a tak se dá do budoucna očekávat, že místní zemědělci se budou více věnovat pěstování biomasy pro energetické účely ať již pro vlastní projekty, nebo se stanou dodavateli energetických plodin pro jiné výrobce elektřiny a tepla. Pravděpodobně se pak biomasa stane vedle v ČR tradičních vodních elektráren druhým nejdůležitějším pilířem výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů.

2. Cíl práce a metodika

Cílem této práce je objasnit základní principy tvorby a využití biomasy a popis jejích zdrojů. Dalším cílem je snaha snížit obavy běžných českých obyvatel, především zemědělců, z pěstování a využívání biomasy pro energetické účely. Dále je v práci nastíněn nezbytný rámec, ve kterém se případní investoři musí pohybovat, čili legislativní překážky a státní podpora, osvětluje státní energetickou koncepci a v neposlední řadě provádí srovnání některých ukazatelů pěstování biomasy s vybranými státy EU. Ve vlastní práci je na zvolených reprezentativních (modelových) příkladech projektů spočtena ekonomika provozování takových činností, a to za jednotlivé kategorie biomasy tak, jak byly rozděleny v úvodní kapitole - tedy především u cíleně pěstovaných plodin, zbytkové biomasy, bioplynu a biopaliv. Vzhledem k obrovskému množství nejrůznějších druhů biomasy, specifických podmínek jednotlivých regionů, ale také díky nepřehledným možnostem jak tu či onu biomasu přeměnit na energii, a v neposlední řadě rovněž kvůli rozdílným ekonomickým možnostem jednotlivých investorů, není možné v práci tohoto rozsahu (a zda-li vůbec) popsat všechny typy projektů, nad kterými může někdo v praxi přemýšlet. Z čistě energetického hlediska však půjde vždy pouze o dva možné způsoby přeměny jakékoliv biomasy na energii, a sice termickou (termochemickou) cestu nebo biochemickou cestu. Pro dobrou představu o obou uvedených kategoriích a logice správného ekonomického uvažování poslouží pro obě zvolené kategorie zmíněné reprezentativní projekty, pro které budou spočítány základní ekonomické ukazatele ve smyslu vyhlášky č.213/2001 Sb. resp. 425/2004 Sb. o energetickém auditu a její příslušné přílohy č.7, kde se pro každý projekt počítá:

1. **Prostá doba návratnosti** investice (doba splacení)

$$T_s = \frac{IN}{CF_t}$$

IN je počáteční investice a CF_t je očekávaná hodnota cash flow v roce 1 až n

2. **Reálná doba návratnosti** investice (při uvažování diskontní sazby)

$$\sum_{t=1}^{T_{rd}} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = 0$$

kde k je diskontní sazba a t počet let a výraz $(1+k)^t$ je odúročitel

3. **Čistá současná hodnota**

$$NPV = SH - IN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN$$

kde SH je současná hodnota investice

4. **Vnitřní výnosové procento**

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = IN$$

5. Zmíněné ekonomické ukazatele jsou navíc doplněny o **citlivostní analýzu** tržeb a nákladů, která je pro posouzení ekonomické efektivity užitečná

$$CF = P_1 \times T_1 + P_2 \times T_2 + \dots + P_n \times T_n \text{ resp. } T \text{ plus/mínus } X\%$$

kde P je příslušná pravděpodobnost, T očekávaná tržba a X rozptyl, totéž i za N (náklady).

Tyto ekonomické údaje jsou pro každou zamýšlenou investici, nejen do biomasy, nejdůležitější. Pro zajištění hodnověrnosti celé práce byla mimo jiné využívána poskytnutá data od VÚZT, ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o., od odborníků ze Sdružení podnikatelů pro obnovitelné zdroje v Praze, ale také přímo od investorů. V práci je kladen důraz především na ekonomickou efektivitu zvolených případových studií, čímž je dán návod, jak postupovat při hodnocení zvažovaných investic. V další části této práce je nastíněno pěstování biomasy pro energetické účely z nejrůznějších hledisek, s cílem odhalit co nejvíce možných externalit a koefektů, které se dají při této činnosti očekávat. V neposlední řadě je v práci uvedena pravděpodobná perspektiva pěstování biomasy v ČR tak, jak se to v tuto chvíli jeví.

3. Rešerše literatury

3.1. Vznik biomasy

Biomasa je definována jako substance biologického původu, čímž se zamýšlí především pěstování rostlin, chov zvířat a produkce organického původu a to jako výsledek záměrného lidského působení nebo jako odpad z nejrůznější výrobní činnosti (potravinářská, zemědělská, lesní atd.). Teoreticky by se současnou produkcí biomasy daly několikrát uspokojit veškeré energetické potřeby lidstva, zároveň jsou zde některé limity, např. fosilní paliva ke stejnému účelu jsou levnější, na stejném poli nelze zároveň pěstovat obilí pro spalování a na obživu, nebo fakt, že státy mají rozdílné podmínky pro pěstování biomasy a nesouměřitelné energetické potřeby³. V tabulce 3.1 jsou uvedeny teoreticky možné plochy pro pěstování biomasy dle determinujících klimatických podmínek.

Tab.3.1. Zemědělsky a lesnický využitelná půda světa z hlediska přírodních podmínek

Faktory přírodních podmínek	mil.ha	% z celkové rozlohy souše
Individuální faktory:		
dostatečné srážky	6278	43
spolehlivé srážky	6723	46
příznivá teplota	11948	83
vhodná topografie	9194	64
úrodná půda	6602	46
Kombinace faktorů:		
dostatečné a spolehlivé srážky	4941	34
dostatečné a spolehlivé srážky a příznivá teplota	4617	32
dostatečné a spolehlivé srážky a příznivá teplota a vhodná topografie	2997	21
dostatečné a spolehlivé srážky a příznivá teplota a vhodná topografie a orná půda	1053	7
Celkový povrch souše	14458	100

Zdroj: Pastorek a kol., Biomasa obnovitelný zdroj energie s.16

Jak je z tabulky 3.1. patrné, jedná se ve světě o jen velmi malou plochu, naproti tomu situace v ČR je výrazně příznivější a dává tak solidní prostor pro pěstování biomasy

³ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.17

na převážné většině našeho území, přesněji řečeno jde o 87% rozlohy ČR, což představuje cca 6902 tis. ha zemědělského půdního fondu⁴.

Pokud jde o vlastní vznik rostlinné biomasy, je důležité zmínit klíčový chemický proces – **fotosyntézu**, kdy rostliny pomocí barviva chlorofylu, sluneční energie a vody transformují oxid uhličitý na glukózu a kyslík (ten nepochází z oxidu uhličitého, nýbrž z vody). V tomto procesu se na planetě ročně oxiduje až 100 miliard tun organických látek a fotosyntézou se cca stejné množství opět utvoří⁵. Pro představu, pokud bychom uvažovali dokonalé rostliny, tak by dokázaly vyrobit za 8 hodin slunečního dne z plochy 1 m² (odpovídá dodané energii 0,13 kWh) z 23 litrů oxidu uhličitého 30 gramů glukózy (škrobů, sacharidů). Ve skutečnosti je to však méně a účinnost fotosyntézy je obvykle jen kolem 13% resp. ještě méně při uvažování vlastních energetických potřeb samotné rostliny⁶. Kromě již zmíněných potřeb jsou pro rostliny rovněž důležité další faktory jako jsou hnojení (minerální látky) a příznivé teploty, které spolu se závlahou určí celkovou produkci biomasy. Bez fotosyntézy by nebyl možný život na Zemi.

Pro potřeby této práce jsou nejdůležitějšími rostlinnými látkami **škrob** (polysacharid štěpitelný na jednoduché cukry, kvašením vzniká etanol), **celulóza** (základní prvek rostlinných buněk – polysacharid složený z velkého množství molekul glukózy), **pryskyřice** (pouze v jehličnatých dřevinách – zvyšuje výhřevnost), **olej** (energetický zásobník – velká výhřevnost) a **lignin** (ve dřevěch stromů – nenavlhá, výhřevnost nepatrně vyšší než u celulózy)⁷.

3.2. Biomasa pro energetické účely

Vhodnou biomasu pro energetické účely lze rozdělit podle mnoha kritérií, kdy jednotliví autoři postupují různě. Přední český odborník na biomasu pan Ing. Zdeněk Pastorek ji dělí na⁸:

- 1) záměrně pěstovanou (cukrová řepa, třtina, brambory, obilí, řepka olejka, energetické dřeviny – vrba, topol, keře apod.)

⁴ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.17

⁵ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.32

⁶ MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., Energie z biomasy, str.2

⁷ MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., Energie z biomasy, str.3-5

⁸ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.18

2) odpadní biomasu

- a) rostlinné zbytky (kukuřičná sláma, obilná sláma, nálety, zbytky z luk)
- b) živočišné odpady (exkrementy, zbytky krmiv)
- c) komunální odpady (kaly z odpadních vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů)
- d) organické odpady z výroby (lihovary, konzervárny, mlékárny, jatka)
- e) lesní odpady (pařezy, kůry, kořeny, větve atd.)

V tabulce 3.2. jsou uvedeny některé energetické vlastnosti vybrané biomasy – výhřevnost a obsah vody. Objemová jednotka plm je tzv. plnometr, tvořený samotnou hmotou paliva bez vzduchových mezer. Někdy se též uvádí rovnaný m³ (rm) – srovnaná polena se vzduchovými mezerami nebo sypaný m³ (sm) – volně nasypaná dřevní štěpka popř. polínka apod.⁹ Pro představu platí, že 1,0 plm = 1,43 rm = 2,43 sm.

Tab.3.2. Energetické vlastnosti vybrané biomasy

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Měrná hmotnost [kg/plm]
listnaté dřevo	15	14,6	678
jehličnaté dřevo	15	15,6	486
borovice	20	18,4	517
vrba	20	16,9	
olše	20	16,7	
habr	20	16,7	
akát	20	16,3	
đub	20	15,9	685
jedle	20	15,9	
jasan	20	15,7	
buk	20	15,5	670
smrk	20	15,3	455
břıza	20	15,0	
modřín	20	15,0	
topol	20	12,9	
dřevní štěpka	30	12,2	
sláma obilovin	10	15,5	
sláma kukuřice	10	14,4	
lněné stonky	10	16,9	
sláma řepky	10	16,0	

Zdroj: Mutinger K. a kol., Energie z biomasy, str.11

⁹ VÚZT, Energetické využití pevné biomasy, s.10

Výše uvedená tabulka dává dobrou představu co lze z energetického hlediska od biomasy očekávat, zároveň dává tušit, jak významnou úlohu má pro energetické účely obsah vody, která samozřejmě ochlazuje spalování a podstatně snižuje množství využitelné energie a tím rovněž účinnost. Pro zajímavost, pokud bychom zvýšili u dřeva vlhkost z 20 % na 50 %, potřebovali bychom při stejném uvažovaném množství potřebné energie de facto dvojnásobné množství dřeva, protože část dřeva by bylo nutné použít jen na odpaření vody bez dalšího efektu. Také proto je nezbytné dbát na to, aby se energetické plodiny uschovávaly takovým způsobem, který zamezí jejich degradaci vodou (hrozbu plísní nevyjímaje), která způsobuje zbytečné plýtvání cennou surovinou a pochopitelně zhoršuje ekonomiku zvažované investice. V případě, že dostáváme surovinu mokrou, je potřeba jí buď vhodně (ekonomicky) dosušovat – u dřeva postačí skladovat pod vhodným přístřeškem, čímž se dosáhne cca 20 % vlhkosti, popř. využít i teplo obsažené v odpařené vodě¹⁰.

V tabulce 1.1. je uvedena celková energie vyrobená z obnovitelných zdrojů v roce 2008, zpracovaná MPO a zveřejněná v září 2009. Zpráva uvádí, že se mezi roky 2007 a 2008 zvýšil podíl OZE na primárních energetických zdrojích (PEZ) z 4,8% na 5,0%¹¹.

Tab.3.3. Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2008

	OZE celkem [GJ]	Podíl na PEZ	Podíl na energii z OZE
Biomasa (mimo domácnosti)	29 253 354,10	1,55%	30,98%
Biomasa (domácnosti)	44 165 424,00	2,34%	46,77%
Vodní elektrárny	7 287 606,00	0,39%	7,72%
Biologicky rozl.část TKO	2 402 865,52	0,13%	2,54%
Biologicky rozl.část PRO a ATP	590 560,80	0,03%	0,63%
Bioplyn	3 762 370,09	0,20%	3,98%
Kapalná biopaliva	4 640 948,84	0,25%	4,91%
Tepelná čerpadla	1 200 000,00	0,06%	1,27%
Solární termální kolektory	202 491,00	0,01%	0,21%
Větrné elektrárny	880 779,60	0,05%	0,93%
Fotovoltaické systémy	46 573,20	0,00%	0,05%
Celkem	94 432 973,15	5,00%	100,00%

Zdroj: MPO, Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2008, září 2008, s.7

Z tabulky je patrné, že biomasa plní co do energie z OZE nejzásadnější roli. Faktem ovšem zůstává, že je to způsobeno především používáním biomasy k výrobě tepla,

¹⁰ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.84-85

¹¹ MPO, Obnovitelné zdroje energie v roce 2008, s.7

kdy se jedná o celkově šestinásobek energie použité k výrobě elektřiny. Mimochodem, vezmu-li v potaz, že téměř polovina podílu na energii z OZE jde na vrub domácnostem, je jasné, že mají podnikatelské projekty co dohánět. Z přibývajících projekty se tento poměr zcela jistě zvrátí. Chystané fotovoltaické elektrárny, větrné elektrárny, ale i bioplynové stanice k tomu pomohou.

3.3. Koncepce ČR v oblasti využití obnovitelných zdrojů

V ČR existují dva základní dokumenty, které se zabývají energetickou koncepcí využití vybraného obnovitelného zdroje energie. Prvním z nich je Státní energetická koncepce ČR (SEK), což je obecný dokument, který v sobě obsahuje komplexní analýzu energetiky v dlouhodobém horizontu, čímž v sobě logicky zahrnuje i obnovitelné zdroje. Druhým je pak dokument, který se specializuje přímo na biomasu a jedná se o Akční plán pro biomasu pro jednotlivá zpravidla tříletá období (AP), v tuto chvíli se jedná o roky 2009 – 2011.

3.3.1. Státní energetická koncepce ČR¹²

Ačkoliv pro oblast energetiky platí v EU princip subsidiarity a jednotlivé státy si tak sami stanovují pro tuto oblast vlastní politiku, je přesto energetická politika formována EU nepřímo, přes různé podpůrné fondy nebo zavazující nařízení v oblasti životního prostředí. Rovněž celá energetická soustava Evropy je vzájemně provázána, což do značné míry ovlivňuje členské státy a pravděpodobně směřuje ke společné energetické politice. Připomínám nedávnou plynovou krizi nebo pravidelné potíže v naší elektrické síti v souvislosti s frontálními poruchami v Německu způsobujícími náhlé změny výroby elektřiny ve větrných elektrárnách.

V principu se SEK zabývá tím, jak učinit bezpečnost ČR z hlediska závislosti a potřeb energie pokud možno nejvyšší s minimalizací škod na životním prostředí, stanovuje strategie chování pro nejbližší desetiletí, předkládá výhodné energetické mixy zdrojů, úspor, vzdělávání a v neposlední řadě také zvažuje podporu výroby energie

¹² MPO, Aktualizovaná SEK z října 2009

z OZE tak, abychom na jedné straně splnili závazek EU a na straně druhé eliminovali dopad podpory OZE na konečné spotřebitele.

3.3.1.1. Strategické priority energetiky ČR¹³

V ČR jsou stanoveny následující strategické priority:

- 1) vyvážený mix zdrojů
- 2) energetické úspory a zvyšování účinnosti
- 3) podpora výzkumu, vývoje a školství
- 4) zvýšení energetické bezpečnosti
- 5) šetrný přístup k životnímu prostředí
- 6) rozvoj síťové infrastruktury

ad 1) Podíl výroby elektřiny z domácích zdrojů k celkové spotřebě by měl činit min. 90% (mezi takové zdroje počítá uhlí, jádro, OZE, odpady), podíl výroby CZT (centrální zásobování teplem) z domácích zdrojů min. 80% (pro KVET 40%), podíl výroby elektřiny z OZE na celkové spotřebě 8% do roku 2010, 13% do roku 2020 a až 23% do roku 2050. Počítá se také s vhodnou diverzifikací výrobních zdrojů podle velikosti instalovaného výkonu a s udržení dosavadní přebytkové výrobní bilance elektřiny.

ad 2) V současnosti jsme co do energetické náročnosti nad průměrem EU 27, což je dáno především tradicí průmyslové výroby v ČR. Po snížení energetické náročnosti by tato měla vykazovat v roce 2050 jen 30% stavu roku 2005. Dále se počítá se zateplováním budov a s rostoucím podílem železniční dopravy při přepravě zboží a osob.

ad 3) V oblasti energetiky pracovalo v ČR v roce 2007 cca 100 tis. osob, proto patří energetika k jednomu z největších zaměstnavatelů. Bohužel se v minulosti potýkala s velkým propouštěním, a tak nyní čelí problému nedostatečného zásobení mladých vzdělaných odborníků, které české školství buď nedodalo, nebo jejich kvalitu považují podniky za nedostatečnou. Proto se přijaly mj. následující cíle – zabezpečit generační

¹³ MPO, Aktualizovaná SEK z října 2009, str.13-21

výpadek novými absolventy, rozšířit a zatraktivnit učňovské obory, zapojit školy do výzkumu, atd.

ad 4) V oblasti energetické bezpečnosti vykazuje česká elektrizační soustava při srovnání s běžným evropským standardem nadprůměrných výsledků, což se příznivě projevuje v konstantních dodávkách elektřiny do všech odběrných míst, logické problémy máme u plynu, protože jsme nuceni jej dovážet. Cílem je tedy navýšení kapacity zásobníků až na 40% roční spotřeby plynu, zajistit možnost reverzního chodu plynové soustavy, **podpora bioplynových stanic** aj.

ad 5) ČR nemá problémy s plněním Kjótského závazku pokud jde o emise oxidů síry, uhlíku a dusíku. V poslední době nás trápí převážně emise tuhých znečišťujících látek. Pro naši republiku to znamená především splnit závazky Kjótského protokolu, **podporovat OZE**, dosáhnou podílu **výroby biopaliv** v celkové spotřebě benzínu a nafty na 10% atd.

ad 6) Pokud chce ČR i nadále zůstat exportní nezávislou zemí s dostatkem resp. přebytkem elektřiny, bude potřeba posílit elektrickou přenosovou soustavu tak, aby zvládala zvýšené nároky na přeshraniční přepravní kapacity. V oblasti plynárenství se snažíme o vybudování nového plynovodu a zvýšení kapacity zásobníků a jejich těžebního denního výkonu. Pro ropu se rovněž počítá s rozšířením zásob na 120 dní.

3.3.2. Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011¹⁴

Jedná se o klíčový dokument, který spadá pod resort Ministerstva zemědělství. Vychází z Akčního plánu (AP) pro biomasu EU¹⁵, jenž si klade za cíl: *“...potřebu snížení poptávky po energii; zvýšení důvěry v obnovitelné zdroje energie vzhledem k možnostem jejich domácí produkce a udržitelnosti; diverzifikace zdrojů energie; a posílení mezinárodní spolupráce. Tyto prvky mohou Evropě pomoci omezit závislost na dovozech energie, zvýšit udržitelnost a povzbudit růst a zaměstnanost“*. Český akční plán pro biomasu, schválený vládou pro období roku 2009 – 2011 se zabývá především: *“... energetickým využitím biomasy, ale zohledňuje též ostatní způsoby využití biomasy a to tak, že potenciál energetického využití biomasy je stanovován*

¹⁴ Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 - 2011

¹⁵ Biomass action plan {SEC(2005) 1573}

až na základě vyhodnocení stávajícího využití biomasy a jeho trendů. Možnosti energetického využívání biomasy v budoucnu jsou tak stanoveny realisticky, s ohledem na zachování a rozvoj všech odvětví, která jsou na zdrojích biomasy zcela nebo částečně závislá, v souladu s principy udržitelného rozvoje a správné zemědělské praxe. Obecně lze říci, že hlavními kritérii by měla být výše přidané hodnoty v procesu zhodnocení biomasy a zhodnocení životního cyklu, tj. včetně návratu živin do půdy...¹⁶. Navrhovaná opatření AP si kladou za cíl zvýšit efektivnost využití biomasy. Dle tohoto dokumentu se v současné době nedaří naplno využívat potenciál biomasy a hrozí tak riziko nesplnění závazku, kterým jsme EU vázáni. Akční plán předpokládá, že splnění indikativního cíle (vyrábět do r.2010 alespoň 8% vlastní spotřeby energie z OZE) je bez biomasy nemožné. Z celkově uvažovaných 2,3 TWh vyráběných z OZE (osobně mi připadá toto číslo podhodnocené, protože celková roční spotřeba elektřiny byla v ČR v roce 2009 dle ERU 57,11 TWh) pak udává předpoklad vyrobit cca 70% právě z biomasy. Z toho mimo jiné vyplývá nezbytnost vytvořit podmínky výstavby nových zdrojů, popř. rekonstrukce těch stávajících.

Cíle akčního plánu¹⁷:

- 1) pomoci splnit indikativní cíl ČR pro výrobu energie z OZE k roku 2010 resp. 2020 vyplývající ze závazku danému v přístupové dohodě k EU (rovněž ze SEK) při respektování principů trvale udržitelného rozvoje
- 2) nastartovat investice do „čistého“ způsobu výroby energie spolu se snižováním energetické náročnosti a to:
 - a) lepším využitím příspěvků z evropských fondů
 - b) odstraněním administrativních bariér
 - c) optimalizace podpory a využití potenciálu biomasy
- 3) podpora venkovských oblastí jakožto hlavního dodavatele biomasy (zemědělské zkušenosti a výrobní prostředky)
- 4) zvýšení zaměstnanosti na venkově
- 5) vyšší zapojení a spolupráce jednotlivých aktérů v dané oblasti a problematice
- 6) uplatnit princip trvale udržitelného rozvoje a omezit environmentální dopady pěstování biomasy

¹⁶ Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011, s.2

¹⁷ Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 – 2011, s.3-4

- 7) rovnoměrný rozvoj dostupných technologií
- 8) zvýšení nabídky energetické biomasy na našem trhu
- 9) vzdělávání, poradenství a osvěta dané problematiky

Mezi hlavní možnosti využívání biomasy uvádí AP přímé spalování (teplo, elektřina), kogenerace (kombinovaná výroba elektřiny a tepla), výrobu bioplynu, biopaliv a neenergetické využívání biomasy (stavebnictví, farmaceutický průmysl aj.). Navrhuje nadále podporovat existující projekty a více spolupracovat se soukromým sektorem a vysokými školami při tvorbě a vývoji nových projektů a dále rovněž aplikaci nových poznatků do praxe. Akční plán rovněž navrhuje potřebné aktivity směřující ke zlepšení podmínek pro využití biomasy. Na plnění cílů AP dohlíží užší skupina odborníků, která má na starost monitorování a reportování. V příloze č.3 AP jsou přehledně uvedeny podpory a dotační tituly.

3.4. Energetická koncepce OZE EU

Tato koncepce vychází z Energetické politiky EU, která se stává čím dál tím víc důležitější, což je způsobeno faktem, že jsme jako Evropané energeticky nesoběstační. Právě rozšíření využívání energie z OZE by nám mělo pomoci k alespoň částečnému pokrytí nyní chybějících zdrojů. Proto byly vydány indikativní cíle pro jednotlivé členské státy EU (viz. Příloha č.1).

Společná energetická politika v rámci EU byla nastartována Zelenou knihou přijatou Evropskou komisí v březnu 2006. Zároveň Evropská rada v roce 2007 stanovila společné cíle energetické politiky a schválila první akční plán pro roky 2007-09. Mezi strategické cíle EU patří omezit globální oteplování, zajistit energetickou bezpečnost zemí EU, podporovat inovace směřující k vyšší konkurenceschopnosti EU především vývojem nových technologií. Pro naplnění strategických cílů byly stanoveny specifické cíle s termínem splnění do r. 2020 :

- a) vyrábět 20% spotřeby energie z OZE
- b) 10% podíl biopaliv na celkové spotřebě benzínu a nafty
- c) 20% úspory spotřeby energií oproti výhledu na rok 2020
- d) snížení emisí skleníkových plynů o 20% resp. 30% pokud se přidají vyspělé rozvojové země (Rusko, Indie, Čína), čímž se EU stala významným bojovníkem

(leadrem) na poli mezinárodní ochrany klimatu (Kodaňský summit v prosinci 2009).

Pro období let 2007 – 2013 je pro podporu akcí zabývajících se energetickou účinností a OZE určen program Inteligentní energie pro Evropu II, ve kterém je připraveno k čerpání 730 miliónů EUR¹⁸. Jedná se o podprogram Rámcového programu konkurenceschopnosti a inovace, směřující do tří základních oblastí:

- a) Energetická účinnost - SAVE
- b) Nové a obnovitelné zdroje – ALTERNER
- c) Energetická účinnost a obnovitelná energie v dopravě – STEER

Pro potřeby této práce stojí za to přiblížit především druhý a třetí zmiňovaný program - ALTERNER a STEER. První z nich, ALTERNER, si klade za cíl podporu nových OZE pro centralizovanou i decentralizovanou výrobu elektřiny, tepla i chlazení, zapojení nových OZE do místního prostředí (životního a energetického) a podporu legislativních opatření. Za klíčové považuje vytápění a chlazení pomocí OZE, využití OZE pro domácnosti a jiné malé aplikace a v neposlední řadě biopaliva. U programu STEER zmiňují především podpůrné aktivity řešící všechna energetická hlediska dopravy, diverzifikaci paliv, podporu obnovitelných paliv a energetické účinnosti v dopravě¹⁹.

3.5. Ekonomická efektivnost obecně

Každého investora zajímá jak velké jsou investiční náklady, jaké příjmy lze po úspěšném dokončení z investice očekávat, zda-li by nebylo výhodnější investovat jinam, popř. jestli se raději nespokojit s jistotou uložení peněz v bance, byť s nižším zhodnocením vložených prostředků. Před vlastním započítáním jakékoliv akce, tedy i investice do OZE, je nezbytné si na všechny tyto otázky umět odpovědět.

Obecně jde o to, že se potenciální investor dobrovolně zříká svého současného důchodu ve prospěch toho budoucího. Při hodnocení investice proto posuzuje výdaj na investici (ten může trvat i několik let) s příjmem (příjmy), který mu má investice přinést, zkráceně **výnosnost** (nebo-li rentabilitu investice). Pokud je očekávaný

¹⁸ http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm

¹⁹ <http://www.mpo.cz/dokument27786> a <http://ec.europa.eu/intelligentenergy>

investiční výnos vyšší než potřebné náklady na pořízení, provozování a popř. likvidaci podnikatelského počínu, patrně se investor do svého projektu pustí, ovšem za předpokladu důkladného zvážení **rizikivosti** (různorodá nebezpečí) zamýšleného projektu. Neméně důležitá je také doba splácení investice (její **likvidita**) čili jak rychle se investované prostředky přemění zpět do peněžní podoby.

Postup hodnocení investice²⁰:

- a) určení jednorázových investičních nákladů
- b) odhad budoucích výnosů a míry rizika
- c) určení požadované výnosnosti respektující míru rizika
- d) výpočet současné hodnoty očekávaných výnosů investice a její vyhodnocení dle různých ekonomických metod (zde dle vyhlášky o energetických auditech)

3.5.1. Jednorázové investiční náklady

Pokud jde o počáteční výši investice, bývá odhad velice přesný (firmy mají zveřejněné ceníky nebo zpracují jednotlivé nabídky). Problémy mohou nastat v další části rozhodování při uvažování ostatních nákladů (školení, změna legislativy např. zpřísnění ekologických limitů, úprava daňové sazby apod.). Vyplatí se nepodcenit dokonalou analýzu veškerých možných nákladů spojených s investicí tak, aby nás v budoucnu nečekaly starosti s dofinancováním, jinými slovy abychom nemuseli řešit, kde a jak získat prostředky na dokončení investice a tato se mohla vůbec rozeběhnout a začala vracet vynaložené prostředky. Z velkých projektů, které se potýkaly s podobnými obtížemi zmiňují dostavbu Temelína nebo železničních koridorů. Je proto nezbytné ponechat si dostatečnou finanční rezervu.

3.5.2. Budoucí výnos a riziko

Na straně výnosů jsou předpokládány čistý zisk plus uvažované odpisy. Vychází se z odhadu budoucích tržeb a budoucích provozních nákladů vč. nákladů obětované

²⁰ SYNEK M a kol., Podniková ekonomika 2002, str.255-271

příležitosti (možný výnos z alternativní investice). Opět se vyplatí nepřecenit možné výnosy a počítat i s mimořádnými událostmi s dopadem na hotovostní tok (poruchy, živelné pohromy, finanční krize, surovinová krize apod.). Uvažované riziko se zapracuje do některého z pravděpodobnostních modelů s maximální možnou eliminací rizik a jejich možných dopadů. Riziko lze omezit např. kontrolou, pojištěním, vhodnou prevencí (údržba, protipožární opatření...), správně zvolenou technologií atd.. Jsou však i faktory, které se nedají dobře vyloučit a proti kterým neexistuje obrana (živelné pohromy, války, státní převraty, znárodnění, retroaktivní legislativní změny, škůdci, kriminální případy apod.). Avšak u investic v lokalitách, kde je jejich výskyt pravděpodobnější, očekává investor výrazně vyšší potencionální příjem.

3.5.3. Diskontní míra

Pro diskontní míru platí, že čím větší je očekávané riziko, tím vyšší musí být diskontní míra. Zmíněný ukazatel de facto představuje cenu peněz a měl by také respektovat fakt, že vyvolaná investice nesmí zhoršit rentabilitu kapitálu. Často bývá nazýván také jako náklady obětované příležitosti nebo oportunní náklady, tedy vyjadřuje takovou míru zhodnocení investice, která předčí ostatní zvažované buď její výší, nebo její relativní bezpečností. V praxi se toto číslo pohybuje dlouhodobě okolo 8% a dává tak investorovi za svěřené prostředky (riziko ztráty) dostatečnou odměnu. Jde tedy o kompromis mezi výnosem, rizikem a likviditou. Rovněž je zapotřebí rozlišit mezi reálnou diskontní mírou a nominální diskontní mírou, které se liší v tom, zda-li uvažují vliv inflace nebo neuvažují²¹. V případě reálné diskontní míry vliv inflace uvažují.

3.5.4. Současná hodnota investice

Výpočet současné hodnoty investice nám dokáže říci, jaká je při uvažovaném diskontu současná výše budoucího příjmu (výdaje), přičemž vždy platí, že dnešní hodnota peněz má pro investora vyšší hodnotu než budoucí (odložená spotřeba, riziko,

²¹ MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., Energie z biomasy, str.71

inflace, měnová reforma apod.). Pro příklad, při diskontní míře 8% očekává za rok příjem z uložené (investované) 100 Kč ve výši 108 Kč. Jinými slovy pokud dnes hledí na budoucí příjem ve výši 108 Kč, má pro něj současnou hodnotu 100 Kč, protože celý rok nemůže s penězi disponovat a uvažuje riziko, že o investovanou 100 Kč může přijít. Podobně se chová i u dlouhodobějších záměrů, s tím rozdílem že počítá s jednotlivými diskontovanými hotovostními toky.

Současná hodnota se vypočítá podle vzorce:

$$SH = \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

kde SH je současná hodnota cash flow(CF) v čase t

CF_t očekávaná hodnota CF v roce 1 až n

k..... diskontní míra

t..... období roků 1 až n

n..... očekávaná životnost investice

Pro příklad se 100 Kč by platilo, že slíbený příjem za 10 let ve výši 215,89 Kč a diskontní míře 8% představuje současnou hodnotu ve výši právě 100 Kč nebo opačně 100 Kč za 10 let za stejných podmínek má pro mě nyní hodnotu 46,32 Kč.

3.5.5. Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (Net Present Value zkr.NPV) reprezentuje rozdíl mezi současnou hodnotou očekávaných výnosů a vyvolaných nákladů na investici. Jde vždy pouze o jedno číslo a pokud má být projekt ziskový, musí být při uvažovaném diskontu její hodnota vyšší nebo rovna 0 a platí pro ni vzorec:

$$NPV = SH - IN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN,$$

kde IN tvoří náklady na investici

CF_t očekávaná hodnota CF v roce 1 až n

k..... diskontní míra

t..... období roků 1 až n

n..... očekávaná životnost investice

Ve výše uvedeném příkladu by to znamenalo, že projekt bude tehdy ziskový, pokud počáteční investice nepřekročí 100 Kč (při uvažovaném příjmu 215,89 Kč).

3.5.6. Vnitřní výnosové procento IRR (Internal Rate of Return)

Jedná se o jakousi vnitřní úrokovou míru. Metoda je založena také na principu současné hodnoty, ale s tím rozdílem, že se snažíme nalézt takovou diskontní míru, pro kterou platí, že se současné očekávané výnosy z investice právě rovnají současné hodnotě výdajů na investici, neboli zapsáno vzorcem:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = IN$$

V praxi jde o využívanou hodnotu nejen pro energetické projekty (vyhláška o energetickém auditu), ale obecně proto, že si vypočtené vnitřní výnosové procento investor snadno porovná s očekávaným výnosem z alternativního kapitálu, popř. s vyšší úrokové míry u čerpaného úvěru. Pokud je $IRR \geq k$ (resp. úroková míra i), vyplatí se do projektu investovat. V předchozím zmíněném příkladu musí být výše IRR větší nebo rovno 8% (což je přesně).

3.5.7. Prostá a reálná doba návratnosti investice²²

Prostá doba, někdy též doba splacení, vyjadřuje takové časové období, za které se suma vložených prostředků bude rovnat sumě výnosů z investice. Tedy pokud projekt na počátku stojí 10 mil. Kč a ročně vytvoří výnos 2,5 mil. Kč, je prostá doba návratnosti investice čtyři roky.

$$T_s = \frac{IN}{CF_t}$$

kde IN je opět potřebná investice a CF očekávaný výnos. Ukazatel velmi dobře vystihuje míru likvidity investice, protože platí, čím nižší doba splacení, tím je investice likvidnější a pro projekty, které variantně nabízí jinak stejné zhodnocení, by si měl investor vybrat tu s kratší dobou splacení (nižší T_s).

²² Vyhláška č.213/2001 Sb. o energetickém auditu a její příloha č.7

Poměrně značnou nevýhodou zmíněného modelu je fakt, že nerespektuje časovou hodnotu peněz, tedy diskontní míru. Pro tento případ se tedy používá reálná doba návratnosti investice a spočítá se ze vztahu:

$$\sum_{t=1}^{T_{rd}} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = 0$$

kde T_{rd} je diskontní sazba a $(1+k)^t$ je odúročitel.

Ve výše uvedeném příkladu by při diskontní sazbě 8% , investici 10 mil. Kč a ročnímu očekávanému výnosu 2,5 mil. Kč vyšla reálná doba návratnosti investice na 4,58 roku, což odpovídá 4 rokům a 7 měsícům.

3.5.8. Citlivostní analýza

Jde o postup zkoumající proměnlivé předpoklady investičního záměru a především pak vliv jejich změn na určitý výsledný ukazatel. Díky citlivostní analýze je možné změřit velikost změny výsledků kritériálních ukazatelů při 1% změně zvolených dílčích rizikových faktorů a rovněž lze také zjistit tzv. zlomovou hodnotu, resp. odolnost zamýšlené akce vůči konkrétním rizikům. Zlomová hodnota ukazuje, jaká je maximální možná procentní změna rizikového faktoru pro zachování efektivnosti zamýšleného projektu. Provádí se tak, že se pro vybrané parametry určí, s jakou mírou pravděpodobnosti nastane, popř. se pro konkrétní hodnotu stanoví rozptyl od zamýšlené hodnoty. Po spočtení se zjistí reálný výnos a s tímto upraveným výnosem se dále počítá. V předchozím uvedeném příkladu s ročním výnosem 2,5 mil. Kč bylo odhadnuto, že s pravděpodobností 40% to bude 2,5 mil. Kč, s 25% pravděpodobností to bude jen 2,0 mil. Kč, s 20% pravděpodobností obdrží investor 2,7 mil. Kč a s 15% pravděpodobností (součet pravděpodobností je vždy 100%) to budou 3,0 mil. Kč. Výsledný očekávaný výnos je pak dán rovnicí:

$$CF = 0,4 \times 2,5 + 0,25 \times 2 + 0,2 \times 2,7 + 0,15 \times 3 = 2,49 \text{ mil. Kč}$$

3.6. Ekonomika biomasy

V této části se práce zaměřuje již na vlastní přeměnu biomasy na energii, podle zvoleného způsobu tak, tak jak bylo uvedeno na počátku práce, tedy především

biochemický a termický způsob, někdy též nazývaný jako mokrý a suchý proces. Nastíní všechny možné úhly pohledu na ekonomické zhodnocení biomasy a představí oba vybrané projekty. V úvodu kapitoly je objasněn systém státní podpory a výkupních cen.

Bohužel je na tomto místě nezbytné říci, že jsem se při praktickém získávání dat setkal s nečekanou neochotou jednotlivých skupin investorů a podnikatelů sdělit konkrétní data ekonomiky provozu, kvůli jejich zřejmě oprávněným obavám, že by v mnoha případech museli vrátet neoprávněně čerpané prostředky z dotačních titulů, ale také v případě těch úspěšnějších, strach z obyčejné lidské závisti. Mnozí další se pravděpodobně nechtěli připravit o atraktivní postavení na domácím trhu a rozhodli se raději nespolupracovat proto, aby se do oboru podnikání nepustili další investoři, kteří by logicky tlačili výkupní ceny dolů (v případě pěstitelů energetických plodin apod.) nebo naopak z pohledu provozovatelů, např. bioplynových stanic, výkupní ceny energetických zdrojů pro zmíněné stanice nerostly kvůli omezené nabídce. Proto abych mohl svou práci úspěšně dokončit jsem byl donucen bezpodmínečně slíbit zachování anonymity veškerých informačních zdrojů tak, aby nikdo nedokázal ani náznakem vytušit odkud ten či onen projekt skutečně pochází. Jsem přesvědčen, že to pro vlastní cíl práce nemá až tak velký význam, protože odborníci pochopí, že uváděná data jsou správná a pro laiky či investory je lhostejné, kdo daný projekt provozuje, neboť se soustředí jen na relevantní informace vztahované k ekonomice provozu. Všem, kteří se nebáli a alespoň v této skryté formě data poskytli, děkuji, protože bez jejich pomoci by se nedalo toto téma smysluplně zpracovat.

3.6.1. Státní podpora biomasy

Jak je uvedeno v první kapitole, zásadní dokument v ČR na podporu biomasy je zákon č.180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z OZE. Dle tohoto zákona se biomasou rozumí:“... *biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu. V případě výroby elektřiny z biomasy se podpora vztahuje na druhy a způsoby využití biomasy, které z hlediska*

ochrany životního prostředí stanoví prováděcí právní předpis...“. Dále je v zákoně stanoven systém a logika státní podpory, kdy se rozlišuje pro jednotlivé druhy OZE rozdílná výše výkupních cen a také je důležité rozlišit termín uvedení jednotlivého druhu výroby energie z OZE do provozu. Pro biomasu se navíc diferencuje podpora podle parametrů daných zvláštním předpisem (vyhláška 482/2005 z 2.12.2005) a je nařízeno speciálně ekonomicky zvýhodnit biomasu odpadní z dřevovýroby a z průmyslové výroby a dále u spoluspalování pevné biomasy a neobnovitelného zdroje účelově pěstovanou energetickou biomasu. Zákon navíc uvádí povinnou minimální výkupní dobu na 15 let (u biomasy se jedná o 20 let) a nařizuje zachování podpory výkupních cen pro následující rok na min. 95% úrovni cen roku předcházejícího. Navíc počítá s pravidelnou valorizací výkupních cen dle indexu cen průmyslových výrobců. Každému výrobcí z obnovitelných zdrojů pak dává možnost rozhodnout se mezi garantovanou výkupní cenou a zeleným bonusem, kde je výkupní cena rovněž garantovaná, ale nižší, ale daný výrobce smí vyrobenou elektřinu volně prodávat na trhu licencovanému obchodníku (popř. spotřebovat sám) a výsledná obdržená cena za vyrobenou jednotku (kWh) je dána součtem individuálně domluvené tržní ceny a zeleného bonusu. Každý výrobce si může jednou za rok zvolit a případně změnit způsob výkupu, tedy kdo se rozhodne pro zelený bonus, může se vrátit ke garantovaným cenám a opačně. Pro potřeby této práce nebyla uvažována varianta investora, který hodlá využít zelený bonus, protože z vlastní obchodní praxe prodeje elektřiny, jakožto i jejího výkupu u duálních zákazníků vím, že je prakticky nemožné odhadnout výši smluvené tržní ceny, která je tvořena především konkurenčním bojem jednotlivých prodejců elektřiny, ale také vyjednávacími schopnostmi provozovatelů těchto výrobních zdrojů. Pro kalkulaci výnosů plně postačí ceny garantovaného výkupu uvedené v příslušném Cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu (ERU). V tabulce 4.1. jsou uvedeny platné výkupní ceny biomasy pro rok 2010 u instalovaných výroben v období leden 2010 až prosinec 2010, vyhlášené v Cenovém rozhodnutí č. 4/2009 z 3.11.2009.

Tab.3.4.Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy

Druh stávající výroby	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě [Kč/MWh]	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1	4580	3610
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2	3530	2560
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3	2630	1660
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1370
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	50
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	320
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1	4120	3150
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2	3550	2580
Spalování skládkového plynu a kalové plynu z ČOV	2470	1500

Zdroj: ERU, Cenové rozhodnutí č.4/2009

Pokud bychom vzali jednotlivá cenová rozhodnutí, zjistíme, že se každoročně mění podpora dílčích projektů. Stále však platí, že zatímco přiznat zvýšenou státní podporu lze bez omezení, snížit se dá pouze o 5% ročně (aktuální problém u fotovoltaických elektráren).

K uvedeným výkupním cenám je potřeba připočítat příplatek za decentrální výrobu elektřiny. Každému výrobcí je státem přiznán dodatečný bonus za to, že pomáhá rozptýlenou výrobou v rámci celé republiky snižovat ztráty v přenosové soustavě mezi „velkou“ elektrárnou a vlastními spotřebiteli. Pro výrobce elektřiny, jehož zařízení je připojené k napěťové hladině VVN (velmi vysoké napětí) distribuční soustavy, účtuje dle platné smlouvy tomuto provozovateli výrobce cenu 20 Kč za každou MWh skutečně dodané elektřiny naměřené v předávacím místě. Obdobně je to u VN (vysoké napětí) s tím rozdílem, že se jedná o 27 Kč/MWh a pro NN (nízké napětí) je přiznána částka 64 Kč/MWh²³. Společně s výkupní cenou se tedy jedná o nemalé prostředky, které každý výrobce energie z OZE může získat.

²³ Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2009

3.6.2. Biochemický způsob přeměny biomasy na energii

V této části kapitoly je popsáno, co se vlastně skrývá pod pojmem biochemický způsob přeměny biomasy na energii, jaká biomasa je pro tento způsob používaná, čímž je vylíčena pestrost možností pro investory. V poslední části je pak na vzorovém příkladu bioplynové stanice provedeno podrobné ekonomické zhodnocení zvoleného projektu.

Biochemický způsob přeměny biomasy na energii reprezentují dva základní způsoby zpracování biomasy, a sice v **bioplynových** stanicích a výroba **bioetanolu**. De facto se jedná o takový způsob zpracování biomasy, pro který platí, že se na něm aktivně podílí živé bakteriální či kvasinkové kultury. Jak je uvedeno ve druhé kapitole, není dost dobře možné popsat všechny myslitelné typy projektů a z nich plynoucí varianty pro investory, které by se daly v této kapitole uvést, protože existuje nekonečně možností, jak biochemickou cestou energii z rozličných druhů biomasy získat. V praxi je proto nezbytné brát v úvahu lokální specifické podmínky regionu. Bylo by nesmyslné vrhnout se do projektu bez důkladné analýzy podnikatelského prostředí a zpracovávat biomasu, která není v oblasti obvyklá nebo dostatečně hojně zastoupená. Zvolená možnost potom klade zvýšené požadavky na projektanta, na kterém leží hlavní váha odpovědnosti za účinnost zařízení.

3.6.2.1. Biomasa pro biochemickou cestu – bioplyn

Bioplyn patří do rodiny plynů vznikajících tzv. anaerobním rozkladem biomasy (tedy bez přístupu kyslíku) a vedle bioplynu tak podobně existuje rovněž zemní plyn, důlní plyn, kalový plyn a skládkový plyn. Pro účely této práce je zajímavý pouze skládkový plyn a bioplyn. Ten je tvořený metanem (CH_4) a dalšími plyny a vzniká činností metanogenních, acetotrofních a hydrogentrofních organismů ať už pod povrchem země, v zažívacím traktu živočichů, ve skládkách komunálního odpadu nebo v reaktorech. Celý proces je navíc ovlivňován ještě dalšími faktory, jako je teplota, kyslík, kyselost prostředí, vlhkost, složení materiálu atd.²⁴.

²⁴ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.137-146

Vlastní výhřevnost bioplynu závisí na podílu metanu a vodíku, tedy spalitelných plynech. Přeměnou biomasy na bioplyn se sice část energie ztrácí, ale tyto ztráty nejsou významné. Navíc lze přeměnou biomasy na bioplyn získat některé nesporné výhody např. lze používat i biomasu s vysokým obsahem vody - kejdu, hnůj, kuchyňský odpad, ze kterých se kromě bioplynu vytvoří vysoce kvalitní hnojivo. Dále se sníží zápach ze statků, omezí se produkce metanu do atmosféry a v neposlední řadě u skládkového plynu využijeme i odpad z minulosti²⁵.

3.6.2.1.1. Anaerobní fermentace

Jde o klíčový biologický proces, nazývaný též digesce, při kterém vzniká za přítomnosti bakterií v anaerobním prostředí z organických látek metan. Obvykle se pro vysvětlení uvádí čtyři základní fáze²⁶:

- 1) Hydrolýza – ještě za přítomnosti kyslíku, kdy hydrolytické bakterie svými enzymy rozkládají polymery (polysacharidy, proteiny atd.) na jednodušší organické látky tzv. monomery.
- 2) Acidogeneze – v této fázi vzniká anaerobní prostředí, acidogenní bakterie způsobí vznik mastných kyselin (octová, máselná apod.), alkoholu, ale také vodíku a oxidu uhličitého.
- 3) Acetogeneze – dokončení činnosti acidogenních bakterií a následné přeměny vyšších organických sloučenin na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý.
- 4) Metanogeneze – působením metanogenních acetotrofních bakterií se rozkládá kyselina octová na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z dříve vzniknuvšího vodíku a oxidu uhličitého. Kyslík zde být nesmí, neboť je pro bakterie „zhoubný“.

Na konci tohoto složitého procesu získáme plyn, který obsahuje v ideálním případě pouze 40-75% metanu a 25-55% CO₂. Bohužel však nežijeme v ideálním světě, a tak se obvykle k dvěma zmíněným CH₄ a CO₂ přidá ještě vodní pára 0-10%, dusík 0-5%, kyslík 0-2%, vodík 0-1%, čpavek 0-1% a nepříjemný sulfan (H₂S) 0-1%, který může

²⁵ MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., Energie z biomasy, str.58-59

²⁶ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.138-139

způsobit v konečném důsledku korozi plynových hořáků. V neposlední řadě jsou problematické různé sloučeniny křemíku, které mohou způsobit zadření motoru.

Charakteristika materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci²⁷:

- a) nízký obsah anorganického podílu – popelovin
- b) organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek
- c) optimální obsah sušiny (u pevných látek 22-25%, u tekutých 8-14%)
- d) kyselost nebo zásaditost materiálu (optimální pH neutrální okolo 7,4)
- e) poměr uhlíkatých a dusíkatých látek (ideálně 30:1). V tabulce 3.5. jsou uvedeny vybrané materiály a jejich poměr uhlíku (C) a dusíku (N).

Tab.3.5. Poměr C a N u vybraných materiálů

Materiál	Poměr C:N
kůra	120:1
piliny	500:1
papír	350-1000:1
kuchyňský odpad	12-20:1
tráva	12-25:1
listí	30-60:1
drůbeží trus	10:1
močůvka	2:1
kejda skotu	10:1
obilná sláma	60-100:1

Zdroj: VÚZT, Výroba a využití bioplynu v zemědělství, str.11

Z tabulky je patrné, že poměr C:N je pro rostlinný materiál výrazně vyšší oproti živočišnému odpadu. V praxi se ideálního poměru dosáhne jejich vhodným mísením.

- f) možné poškození nežádoucím obsahem příměsí, především antibiotik
- g) nevhodné skladování či manipulace naruší budoucí anaerobní proces

Pro anaerobní výrobu bioplynu se nejčastěji využívají exkrementy domácích zvířat (hnůj, kejda, trus, močůvka, podestýlka), fytomasa (některé energetické rostliny, siláže, senáže, kořeny a jiné části rostlin), potravinářské odpady a zpracovatelské odpady

²⁷ VÚZT, Výroba a využití bioplynu v zemědělství, str.9-11

(mlékárny, lihovary, jatka), speciální odpady (masokostní moučka), komunální a domovní odpady²⁸.

V zásadě se rozlišují dva základní principy²⁹:

- a) mokrá fermentace (biomasa s obsahem sušiny do 12%)
- b) suchá fermentace (biomasa s obsahem sušiny 20 až 60%)

a z hlediska teploty, při kterých probíhá metanogenní proces³⁰:

- a) psychrofilní proces (15 až 20 °C)
- b) mezofilní proces (35 až 40 °C) – např. zpracování kejdy, nejobvyklejší
- c) termofilní proces (cca 55 °C) – např. zpracování kalů na ČOV

3.6.2.1.2. Skládkový plyn³¹

Vzniká na skládkách komunálního odpadu, pokud se zde vyskytují vhodné podmínky pro metanové kvašení, jako je bezkyslíkaté prostředí, vhodná vlhkost a teplota. Skládkový plyn obvykle obsahuje 55 až 60% objemových metanu a intenzita jeho produkce na skládce závisí mimo jiné také na stáří skládky. Největší produkce vzniká po roce a poté prudce klesá s dobou skladování. Vlastní odčerpávání plynu probíhá přes jakési „studny“, kdy do vlastního tělesa skládky vedou sběrné trubky ukotvené v betonových skružích kvůli zamezení pohybu materiálu skládky a jistějšího odčerpávání.

Důležité je, aby se nečerpalo větší množství plynu, než jaké skládka opravdu vyrobí, protože pak hrozí zavzdušnění systému, které způsobuje „otravu“ metanogenních bakterií, a tím je produkce plynu ohrožena. Navíc spojením metanu a kyslíku vzniká vysoce výbušná směs, a tak je potřeba nepřetržitě kontrolovat jejich obsah ve skládkovém plynu. Dalším hlídaným parametrem je vlastní teplota plynu, která nesmí překročit 160 °C (jinak se zařízení na odčerpání plynu automaticky vypne). Vlastní čerpání skládkového plynu probíhá obvykle po dobu 30 let a podaří se tak odčerpat mezi 20 až 70% vyprodukovaného skládkového plynu.

²⁸ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.121

²⁹ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.121

³⁰ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.168

³¹ VÚZT, Výroba a využití bioplynu v zemědělství, str.44-45

3.6.2.1.3. Biologicky rozložitelný komunální odpad – BRKO

Jedná se o speciální typ odpadu, který sice nemá svou vlastní položku v katalogu odpadu, ale vyžaduje speciální způsob zacházení. V zásadě se jedná o tuhý biologicky rozložitelný komunální odpad např. papír, oděvy, odpad z údržby zeleně aj.(TKO), který se obvykle buď spaluje nebo ukládá na skládkách. Jeho likvidace je velmi drahá a náročná, a tak se čím dál tím víc prosazuje myšlenka co možná největšího snížení produkce tohoto odpadu – prevence, před jejím následným řešením – likvidací. Proto vydala EU ve své směrnici č.99/31/C o ukládání odpadů za povinnost členským zemím postupně snižovat množství tohoto odpadu tak, aby se v ideálním případě snížilo jeho množství v roce 2020 na 30% produkce roku 1999. ČR díky této směrnici přijala zákon č.185/2001 Sb.³²

Teoreticky je možné BRKO přeměnit na bioplyn, ale v české praxi se tomu tak příliš neděje, protože je to příliš drahé (investiční náklady BPS se pro BRKO pohybují až na 2,5 násobku oproti běžným BPS). Převládá levnější varianta, což je uložení na skládkách. Je pravděpodobné, že by se nám při započtení veškerých nákladů na následnou likvidaci TKO a možné hrozby ekologických škod jeho přeměna na energii vyplatila. Důkazem budiž několik existujících BPS zpracovávajících bioodpady např. v Kněžicích, Úpici nebo Příbyšici. Proto se v ČR podařilo zařadit BRKO do projektu MŽP „Výstavba bioplynových stanic s využitím BRKO“ a případní investoři tak nejenže získají dobré informace přímo od MŽP, ale mohou počítat i s dotacemi (pouze právnické osoby) z Operačního programu Životní prostředí, buď z programu „de minimis“ (90% způsobilých nákladů a až 200000 Euro), nebo lze využít program „veřejné podpory pro malé a střední podniky“ (až 60% nákladů pro malé firmy)³³.

3.6.2.1.4. Kompostování

Podle zvolené podmínky platící pro biochemickou cestu získání energie patří do této kapitoly také, ale jakkoliv vzniká při kompostování tepelná energie, tato se dále využívá

³² VÚZT, Výroba a využití bioplynu v zemědělství, str.46-54

³³ STÁTNÍ FOND ŽP ČR, Výstavba komunálních BPS s využitím BRKO, Praha 2009

pouze pro vlastní potřeby kompostování a její odčerpávání se neprovádí. Z hlediska energetického zpracování biomasy je tedy nezajímavé.

3.6.2.1.5. Využití bioplynu pro energetické účely³⁴

Pro energetické účely se u bioplynu využívá:

- a) přímé spalování
- b) kombinovaná výroba elektrické energie a tepla (kogenerace)
- c) kombinovaná výroba elektrické energie, tepla a chladu (trigenerace)
- d) pro pohon spalovacích motorů a turbín

V ČR se nejvíce uplatnily první dva zmíněné způsoby, přičemž pro účely této práce jsou zajímavé body b) c) a d). Nejobvyklejší je tedy z tohoto pohledu kombinovaná výroba elektřiny (plynová turbína plus generátor) a tepla v BPS, přičemž platí že zhruba 30% energie bioplynu se transformuje v energii elektrickou a asi 60% energie bioplynu vytvoří teplo. Zbytek představují technologické ztráty.

V nejbližších letech se očekává využití bioplynu jako zdroje vodíku pro nejrůznější palivové články, což přivádí zájem především výrobců automobilů.

3.6.2.2. Biomasa pro biochemickou cestu – bioetanol

Bioetanol patří mezi biopaliva, ale na rozdíl od ostatních zástupců této kategorie jako jsou například metanol, ETBE (etyl-tercio-butyl-éter vyráběný na bázi bioetanolu), MTBE (metyl-tercio-butyl-éter vyráběný na bázi biometanolu), rostlinné oleje apod. je u něj splněna podmínka o aktivním působení živých bakteriálních či kvasinkových kultur, konkrétně jde o výrobu lihu pomocí kvašení alkoholových cukrů.³⁵ Pro tuto potřebu se používají běžně dostupné zemědělské suroviny jako například obilí nebo brambory, což v sobě snoubí na první pohled patrnou rivalitu mezi možným dodáním zmíněných plodin pro potravinářské nebo energetické využití. Při zvážení každoročních

³⁴ VÚZT, Výroba a využití bioplynu v zemědělství, str.57-62

³⁵ MURTINGER K., BERANOVSKÝ J., Energie z biomasy, str.50

přebytků ze zemědělské produkce v EU a obrovské závislosti na dovozu ropy z mimo členských států se však nejedná o podstatný problém.

Výroba bioetanolu má navíc nejen v Evropě velkou tradici. Již od roku 1925 se povinně přidával do benzínu kvůli snížení klepání motoru. V Německu pak zaujímal etanol 10% tržní podíl až do konce války, ale i v Československu se od roku 1932 na základě tehdejšího zákona etanol povinně mísil s benzinem v poměru 20:80. Znamý vynálezce Rudolf Diesel v roce 1912 věštil biopalivům velkou budoucnost a myšlenkou etanolu coby vhodného paliva pro lidový automobil T-Ford se zabýval rovněž Henry Ford z USA. Levná poválečná ropa však způsobila dočasné pozastavení těchto aktivit³⁶.

Nyní v době nejistých dodávek ropy a boji proti klimatickým změnám čím dál tím víc sílí tlak na jejich významnější tržní podíl. Biopaliva by mohla pro obyvatele EU dosáhnout klíčového významu. Pomáhají omezit závislost na dovozu ropy, snižují obsah emisí z výfukových plynů a zároveň dávají šanci unijním zemědělcům na lepší podmínky pro využití nadbytečných kapacit, čímž de facto bojují o zachování pracovních míst a rozvoj vekova. Dle nařízení EP a Rady 2003/30/ES se mj. stanovila povinnost pro jednotlivé členské státy podporovat biopaliva a jiná obnovitelná paliva, a to úpravou vlastní legislativy. Celkově se dle této směrnice očekává, že se do roku 2010 podaří biopalivy nahradit až 5,75% fosilních paliv. Dále se ve směrnici Rady 2003/96/ES upravují daňové předpisy týkající se energetických výrobků a elektřiny a pro vybrané druhy se dává jednotlivým členským státům možnost snížení daňové sazby na minimální úroveň resp. osvobodit od daně³⁷.

3.6.3. Biomasa pro termické využití

V podstatě se jedná o veškeré spalování, zplyňování a pyrolýzu biomasy, které nepatří do biochemického zpracování (nepůsobí zde žádné metanogenní aj. bakterie či kvasinky), a ze které se uvolňuje energie v biomase naakumulovaná v nejrůznějších typech spalovacích zařízení od topenišť přes spalovací motory. Samotné spalování či spoluspalování biomasy je zdaleka nejčastější způsob využití energie v biomase

³⁶ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.213

³⁷ MZ ČR, VÚZT a další, Stav a perspektivy udržitelného rozvoje biogenních PHM, Brno 2008, s.4-18

obsažené a lidstvo takto biomasu využívá od osvojení si ohně, dnes „vylepšené“ moderními technologiemi o např. peletování, briketování, zplyňování atd..

3.6.3.1. Spalování biomasy

Jak již bylo uvedeno jedná se o nejjednodušší způsob získání energie (tepelné a potažmo i elektrické) z rozličné biomasy, kterou spalujeme v nejrůznějších spalovacích zařízeních. Výhodou je, že biomasa poměrně snadno hoří, nevýhodou pak fakt, že při tomto hoření se obvykle uvolňují do atmosféry nežádoucí látky (aromatické uhlovodíky, těžké kovy, síra, dusík a mnoho dalších). Obsah těchto nežádoucích látek je značně závislý na kvalitě spalování, složení půdy, způsobu hnojení.³⁸

Klasifikace tuhých biopaliv³⁹:

1) Dřevní biomasa:

- a) lesní a plantážové dřevo – celé stromy (listnaté, jehličnaté, RRD, křoviny), kulatina, zbytky po těžbě (čerstvé, zelené, skladované), pařezy, kůra, dřevní biomasa z péče o krajinu.
- b) dřevozpracující průmysl, vedlejší produkty a zbytky – chemicky neošetřené dřevní zbytky (bez kůry, s kůrou, kůra z průmyslového zpracování), chemicky ošetřené dřevní zbytky, vláknité odpady rostlinného původu z celulózového a papírenského průmyslu
- c) použité dřevo – chemicky neošetřené dřevní zbytky (bez kůry, s kůrou), chemicky ošetřené dřevní zbytky
- d) směsi a příměsi – úmyslné míchání (směsi), neúmyslné míchání (příměsi)

2) Bylinná biomasa:

- a) zemědělské a zahradní byliny – obilniny (celá rostlina, části slámy, zrna, semena, lusky, slupky), traviny, olejniny na semeno, kořenoviny
- b) průmysl zpracovávající byliny, vedlejší produkty a zbytky – chemicky ošetřené/neošetřené bylinné zbytky (obilniny, traviny, olejniny na semeno, kořenoviny, luskoviny, květiny)

³⁸ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.119

³⁹ MALAŤÁK J. a VACULÍK P, Biomasa pro výrobu energie, s.11-13

- c) směsi a příměsi
- 3) Ovocná biomasa:
 - a) sadové a zahradní ovoce – ovoce ze stromů a křovin, plody z bylin
 - b) průmysl zpracovávající ovoce – ovocná biomasa, která zbude po průmyslové manipulaci a ošetření (zbytky po lisování ovoce pro džusy apod.)
 - c) směsi a příměsi
- 4) Směsi a příměsi

Z výše uvedeného rozdělení jsou pro běžné spalování vhodná dřevní paliva a část bylinné biomasy, k tomu je navíc potřeba přičíst některá biopaliva – metylen, bioETBE, bioMTBE, syntetická biopaliva, bionafta, biovodík, biodimetyléter.⁴⁰

Zvláštním zástupcem této kategorie je dřevěné uhlí co by produkt suché destilace dřeva s výhřevností průměrně 27,2 MJ/kg (asi 1,8 násobek oproti dřevu). Výroba dřevěného uhlí je nejstarším způsobem zušlechťování dřeva, i když platí, že dnešní postupy se od těch původních poněkud liší. Nejedná se již o výrobu v klasických mlířích, které představovaly značnou ekologickou zátěž. Navíc kvůli produkci karcinogenních látek šlo doslova o zdraví. V současnosti se sice logicky potýkáme s podobnými problémy, nicméně jsou odstranitelné tak, aby výroba dřevěného uhlí nepředstavovala vážnější problém a splňovala hygienické limity. Nepostradatelnou úlohu má dřevěné uhlí především při zušlechťování oceli, ale i pro filtrování kapalin a plynů. V neposlední řadě slouží jako energetický materiál pro běžné grilování. Nejčastěji se k výrobě používá listnaté dřevo, lze ovšem použít i jehličnaté, ale platí zásada, že dřevo nesmí být napadené hnilobou, protože pak u něj hrozí samovznícení. Dřevěné uhlí z listnatého dříví je více drobivé, a tak se obvykle vyrábí z tvrdého listnatého dříví. Jeho hustota činí přibližně čtvrtinu původní hustoty dřeva. Na výrobu 1 tuny dřevěného uhlí je zapotřebí cca 10 tun dříví rovného.⁴¹

Pro veškeré spalování biomasy samozřejmě platí, že je potřeba dodržovat určenou kvalitu (vlhkost, velikost, pevnost atd.) biomasy k zajištění jednak spokojeného zákazníka, který se naučí biomasu používat, ale v konečném důsledku především kvůli snížení enviromentálních dopadů člověka na přírodu.

⁴⁰ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.201

⁴¹ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.58-61

Vlastní spalování pak probíhá v nejrůznějších:

- a) kamnech a sporácích (i na pelety, brikety) – už od malých výkonů 1 kW
- b) kotlích, krbech, krbových vložkách (rovněž i na pelety, brikety a to v provedení s teplovodním výměníkem nebo bez) – i pro značné výkony v řádu MW
- c) motorech – vybraná biopaliva a bioplyn

3.6.3.2. Termické zplyňování⁴²

Obecně se jedná o procesy zplyňování, zkapalňování, pyrolýzu, termolýzu atd. Při pyrolýze se biomasa zahřívá bez přístupu kyslíku (na rozdíl od zplyňování a spalování), čímž dojde k rozdělení na nízkomolekulární prvky a tuhý zbytek. Při teplotách do 200°C dochází k vysušení (vzniká pára), do 500°C dochází k tzv. suché destilaci (vznik plyných a kapalných produktů + pevného uhlíku). Při teplotách od 500°C do 1200°C dochází ke vzniku oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, metanu a vodíku.

Pro zplyňování se používá technologie pomocí vzduch nebo kyslíku a zplyňuje se odpadní a palivové dříví, popř. sláma. Rozeznáváme dva možné způsoby:

- a) zplyňování v generátorech s pevným ložem – levnější varianta, teploty okolo 500°C a výkony do cca 10 MW_t
- b) zplyňování ve fluidních generátorech – teploty 850 - 950°C, buď při atmosférickém tlaku, nebo v tlakových generátorech (1,5 - 2,5 MPa) a hodí se pro požadované výkony nad 10 MW_t (horní hranice není omezena)
- c) zplyňování v generátorech s práškovým ložem – nepoužívaná, ale existující varianta.

Samotné zplyňování probíhá ve třech krocích:

1. Sušení za účelem odpaření vody
2. Pyrolýza, vzniká plyn, dehet, oleje a dřevěné uhlí
3. Zplyňování čili částečná oxidace dřevěného uhlí, pyrolýza dehtů a plynů

⁴² KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.120

Výsledná výhřevnost vyrobeného plynu za pomoci technologie zplyňování vzduchem je 4 - 7 MJ/m³ a lze jej použít pro kotlové hořáky, po vyčištění rovněž i pro spalovací turbíny a motory. Kvůli nízké energetické hodnotě se nehodí pro plynovody. Pro druhou zmíněnou technologii za pomoci kyslíku platí hodnoty vyšší 10 - 15 MJ/m³, což je středně výhřevný plyn.

Klasickým zástupcem této technologie je dřevoplyn, který se hojně používal za 2. světové války. Lze jej využít buď v plynném skupenství přímo pro plynovody, nebo v kapalném skupenství (umělá náhrada ropy) jako topný olej⁴³.

Plazmové zplyňování reprezentuje moderní způsob zpracování dendromasy, fytomasy, ale i živočišných produktů, ze kterých se vyrobí za pomoci nových technologií syntezí plyn. Provozní teploty dosahují 2000 až 4000°C a na konci celého procesu je získán velmi kvalitní plyn.⁴⁴ Často se o této technologii hovoří při plazmovém zplyňování tuhého komunálního odpadu.

3.6.3.3. Další způsoby využívání energie z biomasy⁴⁵

Kromě klasických parních turbín existují ještě další technologie spalování biomasy (popř. kogenerace). Mezi nejznámější patří tyto čtyři:

1. Organický Rankin–Clausiusův cyklus – tzv. ORC, vysoká účinnost až 97%, energie z biomasy se přemění z 18% na elektrickou a z 79% na tepelnou. Zařízení je úspěšně instalováno v Třebíči (6,6 MW) a Trhových Svinech (3,5 MW).
2. Stirlingův motor – tepelný teplovzdušný motor vynalezený v 19.století. Motor je schopen pracovat nejrůznějšími zdroji exogenního tepla (geotermální, solární, fosilní, odpadní apod.). Ideální motor pro spalování bioplynu s účinností 25 - 33%. Tichý a spolehlivý chod motoru.
3. Spalovací mikroturbína – hoření probíhá ve spalovací komoře, kam je pod tlakem přiváděn vzduch a palivo. Hořlavá směs expanduje a díky prstencovému obložení okolo hřídele způsobuje její otáčení.

⁴³ <http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evoplyn>

⁴⁴ PASTOREK Z. a kolektiv, Biomasa obnovitelný zdroj energie, str.65

⁴⁵ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.124-125

4. Palivový článek – elektrochemický generátor elektrického proudu. Palivový článek je zdrojem vody a tepla. Probíhá v něm opačná reakce než u elektrolýzy. Účinnost až 59% a teploty až 1000°C. Do článku je přiváděn vodík vyrobený z bioplynu nebo plynu z termického zplyňování biomasy.

3.7. Externality⁴⁶

Obecně se jedná o pozitivní či negativní vliv cíleného působení člověka nebo jím vlastněného majetku na okolí, aniž by ten procházel trhem, tedy bez toho, že by se příjemce a původce externality vzájemně vyrovnali. Mezi typické negativní externality patří kouř z komína, který poškozují životní prostředí mnoho kilometrů od místa svého vzniku, přitom majitel komína neplatí majiteli např. poškozených stromů žádné odškodnění (viz. poškození českých lesů kyselými dešti v důsledku činnosti neodsířených uhelných elektráren v severočeském kraji před rokem 1990). Pro vysvětlení pozitivních externalit lze uvést příklad sadaře a včelaře, kdy včely zdarma opíjí květy sadařových stromů, z čehož sadař profituje, aniž by za to včelařovi platil a naopak.

3.7.1. Pozitivní vliv energetického využívání biomasy

Veškeré pozitivní vlivy energetického využití biomasy se dají shrnout do následujících několika bodů.

1. Přináší alternativu k dosavadnímu podnikání, což by v konečném důsledku mohlo zastavit odchod mladých lidí z venkova za prací do měst.
2. Zemědělskými produkty přeplněná Evropa se může soustředit na palčivější problém větší energetické soběstačnosti, což energie z biomasy pomáhá splnit.
3. Díky energii z biomasy se daří o to méně spotřebovávat fosilní paliva, jednak ropu a plyn, ale také evropské uhlí, jehož zásoby se povážlivě tenčí (aktuální problém ČR a prolomení těžebních limitů), a které si navíc

⁴⁶ MACÁKOVÁ L, Mikroekonomie základní kurz, s.218-222

můžeme ponechat na období, kdy jej budeme umět efektivněji využít. Je spočteno, že 1 MWh elektřiny, která je vyrobená z OZE, ušetří asi jednu tunu měrného paliva v uhelných elektrárnách. Ročně je tak u nás ušetřeno několik milionů tun hnědého energetického uhlí a toto číslo můžeme stále ještě navyšovat.⁴⁷

4. Jako doprovodný efekt nespáleného uhlí v tepelných elektrárnách pak slouží snížení obsahu oxidu síry, dusíku, těžkých kovů apod.
5. Při těžbě uhlí navíc dochází k poměrně dramatickému zásahu do krajiny a návrat do původní podoby je prakticky nemožný (zatím jediný nápad je transformace na vodní plochy).
6. Nedochází k znečištění vod (popílkoviště).
7. Nevyžaduje stěhování rodin ale i zvířat kvůli zabránění a vytěžení území.
8. Výroba energie z biomasy pouze transformuje energii v ní obsaženou a to na polích, která se dnes zemědělsky nevyužívají. V lepším případě slouží tato pole jako pastviny pro neexistující hospodářská zvířata (stavy skotu jsou dnes, dle Prof. Homolky z ČZU, v ČR na zhruba 1/3 roku 1990), v horším případě leží ladem úplně.
9. Dalším faktem je, že se daří smysluplně využívat jinak nepotřebnou zbytkovou biomasu nebo skládkový plyn.
10. Pomáhají rozptýlenou výrobou v rámci celého území ČR snižovat ztráty elektřiny při přepravě na velké vzdálenosti.
11. V neposlední řadě se nejedná o vojensky významné objekty, které by při válečném konfliktu přitahovaly pozornost armády, popř. v této části světa obvyklejší době míru možné teroristické útoky.
12. Nejsou zdrojem kritiky sousedních států ani nehrozí zhoršenými vztahy či blokádami hranic.
13. V případě vážné poruchy nezpůsobí ekologickou katastrofu podobnou té černobylské.
14. Při provozu těchto zdrojů nevzniká problém s uložením nebezpečného vyhořelého paliva.

⁴⁷ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.56

3.7.2. Negativní vliv enegetického využívání biomasy

Nejčastěji se vyskytující námitky:

1. Pokud se na poli pěstuje biomasa namísto potravin, přispívá to k následnému hladovění obyvatelstva (zpravidla v zemích třetího světa). Jak se však ukazuje, tento argument je lichý. Doposud se neprokázalo žádné zvýšené hladovění (ale ani snížené, jak je už 20 let v záměrech vyspělých států) od doby, kdy se ve stanovené míře mísí biopaliva s klasickými, a rovněž ceny potravin zůstaly víceméně stejné. Pokud jde o kvalitu pohonných hmot, nejsou zaznamenány případy poškození motorů standardním biopalivem.
2. Častým argumentem proti bývá obava ze zápachu, obzvláště u bioplynových stanic, kde k nepříjemným únikům v minulosti docházelo. Tento problém se může v menší části vyskytovat stále (u starších BPS), ale nikterak nepřesahuje přirozený zápach kdekoliv na zemědělsky aktivním venkově. Vlastní provoz BPS je pak již bezzápachový.
3. Doprovodné emise⁴⁸:
 - a) při jakémkoliv spalování dochází k uvolňování mimo jiné oxidu uhličitého, výhodou spalování biomasy z tohoto pohledu je fakt, že je spojeno s neutrální bilancí tzn. že se přitom do ovzduší uvolní jen takové množství oxidu uhličitého, které je potřeba při fotosyntetických procesech. Vytváření biomasy a její následné spalování je z bilančního pohledu srovnáno v řádově 10 – 15 letech.
 - b) Spalováním biomasy vznikají persistentní organické látky (POPs), které jsou pro životní prostředí a člověka vysoce škodlivé. Jde o toxické organické sloučeniny a při spalování biomasy jsou to především polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), polychlorované bifenyly (PCB), polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany (PCDD/F, dále rovněž dioxiny). Jejich uvolňování je o to horší, že se dávky v člověku kumulují. Přitom samotná biomasa tyto látky neobsahuje, ty vznikají až při procesech hoření. Jejich koncentrace je sice při správném spalování pod schválenými hygienickými normami, ale jako argument proti výstavbě je nutné brát je v úvahu. Existují však možnosti jak

⁴⁸ KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno, Obnovitelné zdroje energie, s.129

omezit produkci škodlivin na minimum například **adsorpčním čištěním** POPs látek injektáží aktivního uhlí, nebo průchodem spalin přes lože z aktivního uhlí. Takto se podaří transformovat vzniklé škodliviny z plynných látek do tuhých (nutná jejich následná likvidace). Efektivnější způsob odstranění POPs látek spalin reprezentuje jejich **katalytická destrukce**. Jedná se o katalyzátory na bázi oxidů vanadu a wolframu na nosiči oxidu titaničitého, ale existují i další používané způsoby od nejrůznějších výrobců. Výhodou je, že odpadá potřeba se zabývat problémem co s tuhými transformovanými škodlivými látkami.

4. Provozování veškerých OZE je v porovnání s uhelnými a jadernými elektrárnami neekonomické. Zde je potřeba uvést, že do jisté míry je to správný argument, protože výroba z uvedených zdrojů je levnější. Nicméně, nikdy nebyla provedena žádná seriózní studie o tom, nakolik se v nízké ceně energií vyrobených z především uhelných elektráren projevuje nezapočtení negativních externalit.
5. Činnost výrobních zařízení negativně ovlivňuje bilanční princip mezi výrobou a spotřebou, a tím celou elektrifikační soustavu. Opět se jedná o vcelku oprávněný argument, kdy jsou obzvláště větrné a fotovoltaické elektrárny ve zvýšené míře závislé na přívětivosti počasí a jejich technologie si jen obtížně poradí s prudkými změnami. Nicméně v případě biomasy, která je při přeměně na energii snadno predikovatelná při procesech biochemických i termických, se o ničem podobném mluvit nedá.

3.8. Srovnání pěstování biomasy s vybranými zeměmi⁴⁹

V této kapitole je uveden současný stav pěstování biomasy v ČR a srovnání s vybranými okolními zeměmi – sousedy. V některých zemích došlo v poslední době k nárůstu pěstování biomasy jednak pro energetické účely, jednak pro vlastní obchod. V popředí aktivit jsou především Německo, Maďarsko a Rakousko. V rámci EU neapanují srovnatelné podmínky pro pěstování biomasy, proto je pro zajištění objektivitu v této práci provedeno zhodnocení u našich nejbližších

⁴⁹ <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy>

sousedů. V tabulce 3.6. je uvedena u vybraných zemích struktura spotřeby primárních energetických zdrojů (PEZ) v roce 2006.

Tab.3.6. Struktura spotřeby PEZ vybraných zemí v roce 2006

PJ/ROK	AT	CZ	DE	HU	PL	SK
Pevná paliva	167	875	3443	130	2388	186
Ropa	604	420	5212	328	1015	154
Zemní plyn	312	317	3328	448	518	225
Jaderná energie	0	281	1807	145	0	195
Biomasa	168	73	765	49	200	20
Podíl spotřeby biomasy na PEZ [%]	11,8	3,8	5,2	4,3	4,9	2,5
Ostatní OZE	137	10	209	4,5	8,8	16
Elektrická energie a průmyslový odpad	39	-41	-60	27	-15	-7,5
Celková hrubá domácí spotřeba	1427	1935	14704	1132	4115	789
Celk. hrubá domácí spotřeba/obyv.	0,00017	0,00019	0,00018	0,00011	0,00011	0,00015

Zdroj:<http://biom.cz/cz/obrazek/struktura-spotreby-pez-v-jednotlivych-zemich-ve-stredni-evrope-v-roce-2006>

Z tabulky je patrné, že ČR patří k poměrně velkým spotřebitelům PEZ, pokud jde o spotřebu PEZ na jednoho obyvatele, patří nám dokonce nelichotivé první místo. Dále je i dobře zachycena skutečnost, které země dováží elektřinu, a které jsou naopak jejími vývozci (kladné znaménko v řádku elektrická energie znamená dovoz, záporné vývoz), protože PEZ je sice čerpán na výrobu v daném státě, ale je spotřebován v transformované podobě v zahraničí. Z hlediska podílu biomasy na celkové spotřebě PEZ je na prvním místě Rakousko s 12%, což je způsobeno jednak velkým zalesněním (až 50% rozlohy státu) a následným masivním rozšířením spalování biomasy nejen v domácnostech, ale i poměrně velkým rozsahem nejrůznějšího dřevozpracujícího průmyslu. Rakousko navíc zhruba třetinu potřeby dřeva realizuje dovozem ze zahraničí (dokonce je největším dovozcem palivového dříví u vybraných zemí). Na druhém místě podílu biomasy na celkové spotřebě je Německo a Polsko s 5%, poté Česko a Maďarsko se 4%. Nejmenší podíl biomasy na PEZ mají na Slovensku. Protože vlastní přeměna energie z biomasy je limitována technologickou účinností (biopaliva 55%, bioplyn 70%), je ve skutečnosti spotřeba PEZ v jednotlivých zemích vyšší. V případě Německa je to kvůli největšímu počtu BPS a rovněž rozvoji spotřeby biopaliv o cca 25% více než je uvedeno, v ostatních sledovaných zemích je to 10%.

Spotřeba biomasy se u výše zmíněných států střední Evropy činí 1275 PJ. Pokud jde o výrobu elektřiny z biomasy, byl ve všech státech zaznamenán díky indikativním cílům

EU daných směrnicí 77/2001/ES nárůst výroby elektřiny. Přesto se však celkově nedaří zmíněný cíl naplňovat. Nejvíce se na sumárním podílu v rámci regionu podílelo v r. 2006 Německo s 60% podílem celkové produkce biomasy a odpadů, 80% vyrobené elektřiny z BPS a 50% z celkové produkce biodieselu. Mezi lety 2006 a 2008 činil nárůst biopaliv ve střední Evropě 160% (8,5 mil.tun). Celková výroba elektřiny a odpadů z biomasy ve střední Evropě pro rok 2006 je uvedena v tabulce 3.7.

Tab.3.7. Celková výroba EE z biomasy a odpadů v roce 2006

GWh/ROK	AT	CZ	DE	HU	PL	SK
Celková výroba elektřiny	63503	84361	636600	35859	161743	31368
Hrubá výroba z biomasy a odpadů	3125	926	19951	1358	2011	422
Hrubá výroba z pevného komunálního odpadu	503	19	7278	187	-	47
Hrubá výroba z dřevní biomasy a odpadu	2554	731	6515	1134	1851	367
Hrubá výroba z bioplynu	68	176	6155	37	160	8

Zdroj:<http://biom.cz/cz/obrazek/struktura-spotreby-pev-v-jednotlivych-zemich-ve-stredni-evrope-v-roce-2006>

Z uvedených čísel vyplývá, že byla ČR v roce 2006 co do procentuálního podílu výroby elektřiny z biomasy u sledovaných států s 1,1% na posledním místě. Nejlepší hodnoty vykazuje z tohoto pohledu Rakousko (přibližně 4,9%), což je dáno velkou výrobou elektřiny z dřevní biomasy, následované Maďarskem (3,8%) a Německem s hodnotou 3,1%, které má ovšem proti Rakousku a Maďarsku lépe rozloženou výrobu elektřiny z biomasy mezi všechny možné způsoby. V případě Maďarska je třeba uvést, že je dlouhodobě energeticky závislé na dovozu elektřiny z okolních států a při procentuálním vyjádření tak díky nízké výrobě elektřiny vychází z celkově nižší základny. Pokud sečteme úhrnnou výrobu elektřiny z biomasy je na tom hůře jenom Slovensko. Potěšující tak je pouze fakt, že pokud jde o BPS, obsadili jsme druhé místo za bezkonkurenčně nejlepším Německem a i nadále se v tomto ohledu zlepšujeme.

V celém regionu střední Evropy patří mezi nejvíce využívanou energetickou biomasu lesní dendromasa a její zbytky, a to převážně k přeměně na teplo. Navzdory tomu zde stále ještě existuje nevyužitý potenciál lesní dendromasy, ačkoliv je nízký. Naproti tomu se všeobecně očekává nárůst podílu cíleně pěstovaných energetických plodin. Vzhledem k tomu, že Německo a Rakousko stále staví nové BPS a další zařízení na zpracování biomasy, ale i faktu, že se v těchto zemích pěstování energetické biomasy

dostalo nejdále a potenciál je z větší části vyčerpán, dává to českým zemědělcům, či spíše polským, velkou příležitost pro její vývoz do těchto zemí. Obecně je pak pravděpodobné, že se bude podíl biomasy pro energetické využití také díky podpoře jednotlivých států zvyšovat.

4. Vlastní práce

V této části je v práci je nejprve uvedena technologická účinnost přeměny jednotlivých druhů biomasy na energii a poté je provedeno vlastní ekonomické zhodnocení dvou projektů na energetické zpracování biomasy. V prvním případě jde o biochemickou přeměnu biomasy na energii, ve druhém zvoleném projektu je vyhodnocena varianta termického využití biomasy k energetickým účelům.

4.1. Technologická účinnost přeměny jednotlivých druhů biomasy na energii⁵⁰

Nejvyšší účinnost přeměny biomasy na energii vykazuje její přeměna na teplo, a to až 90%. Faktory, které ovlivňují spalování biomasy, jsou uvedeny v kapitole 3, na tomto místě zmiňuji, že jde především o zvolenou technologii a vlastní kvalitu biomasy (typ, vlhkost, hnojení, údržba apod.). Účinnost 50-90% vykazuje v závislosti na zvolené technologii kombinovaná výroba elektřiny a tepla. Samotná výroba elektřiny z biomasy bez využití tepla pak přináší účinnost mezi 25 a 40%. Pro kapalná biopaliva pak platí účinnost v rozpětí 55-60%, u bioplynu lze očekávat hodnoty účinnosti okolo 70 až 85% pro kogeneraci a až 41% pro samostatnou výrobu elektřiny.

4.2. Ekonomické zhodnocení vybraného projektu BPS (biochemická přeměna)

Jedná se o projekt zemědělské bioplynové stanice s celkovým instalovaným výkonem 526 kW připojené do elektrické sítě vysokého napětí (VN). Zařízení dodá specializovaná německá firma Agrafarm Technologies AG. Projekt bude realizován z větší části z vlastních prostředků firmy 44 230 tis.Kč(70%), zbývající finanční prostředky si půjčí investor od banky 18 956 tis.(30%). Cena BPS vychází podle ceníku Agrafarm Technologies AG z června 2009, při kurzu 27 Kč/EUR, na 52 839 tisíc Kč. Celkové investiční náklady v roce 2010 jsou spočteny ve výši 64 134 tis.Kč, protože je k ceně kompletní technologie nutno přičíst další nezbytné náklady na zemní práce, základy, úpravu terénu, komunikaci, kanalizaci, provozní budovu, oplocení, energie,

⁵⁰ <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/statistika-vyuziti-biomasy-v-evrope>

vodu, sociální zázemí, trafostanici, transformátor, elektrické přípojky, kompenzaci jalové složky výkonu, osvětlení apod., v celkové výši 9 835 tis.Kč. Dále je nutné započítat náklad na biologické nastartování BPS ve výši 512 tis.Kč. V neposlední řadě ještě úrok po dobu výstavby BPS ve výši 947,8 tis.Kč (sice navyšuje investiční náklad, ale není předmětem úvěru od banky). Doba výstavby BPS je odhadnuta na sedm měsíců, vlastní výroba elektřiny do sítě je plánována od 1.1.2011. Bioplynová stanice bude vystavěna na ploše 1 ha pronajatého pozemku od místního zemědělce s ročním nájmem stanoveným ve smlouvě na 150 tis. Kč a zvolené formě zajištění zřízením věcného břemene. Bioplynová stanice, jakkoliv bude konstruována pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, nenašla prozatím v okolí zájemce o dodávku tepla, které má na výstupu teplotu pouze 85°C. Vybudování distribuční soustavy není ekonomicky smysluplné, ale existuje možnost napojení pro případného nového investora v blízkosti realizované BPS. Z tohoto důvodu je pro veškeré výpočty počítáno pouze s příjmem z prodeje elektřiny bez tepla.

V tabulce 4.1. jsou uvedeny výpočty vstupních dat a zároveň zde lze variantně měnit výši úvěru, počet ročních splátek, celkovou dobu splácení s tím, že se vše přepočítává do celkové výše splátky. V tištěné podobě diplomové práce je vidět pouze zvolená varianta výše úvěru 18 956 tis.Kč (30%), vybraná varianta doby splácení úvěru 5 let při roční úrokové sazbě 5% a jedné roční splátce ve výši 4 387 tis.Kč.

Tabulka 4.1.Vstupní data

Investice na pořízení [tis.Kč]	64133,8
Technologie [tis.Kč]	52839
Vybudování [tis.Kč]	9835
Nastartování BPS [tis.Kč]	512
Navýšení o úrok v 2010	947,8
Celková výše úvěru [tis.Kč]	18955,8
úroková sazba	5,00%
% úvěru na investici	30,00%
počet let splácení	5
splátka [tis.Kč]	4386,72031
počet ročních splátek	1

Bezpochyby lze v praxi vymyslet celou řadu jiných způsobů zajištění si finančních prostředků, tento zvolený však pro smysl práce plně vyhovuje. V tabulce 4.2. je zachycen průběh splácení úvěru (anuitní splátka).

4.2. Splácení úvěru

rok	počáteční zůstatek	úrok	konečný zůstatek	splátka
2011	18955,80	947,8	19903,59	4386,72
2012	15516,87	775,8	16292,71	4386,72
2013	11905,99	595,3	12501,29	4386,72
2014	8114,57	405,7	8520,30	4386,72
2015	4133,58	206,7	4340,26	4340,26

V tabulce 4.3. jsou strukturovaně uvedené očekávané provozní náklady realizované BPS v tis.Kč.

Tab.4.3.Provozní náklady

Palivo pro BPS [tis.Kč]	4001
Dílčí provozní náklady [tis.Kč]	1499
Spotřeba elektřiny [tis.Kč]	125
Servisní služba [tis.Kč]	1767
Revize elektro zařízení [tis.Kč]	50
ICT služby [tis.Kč]	80
Nájem pozemku [tis.Kč]	150
Pojištění [tis.Kč]	240
Celkové provozní náklady [tis.Kč]	7912

Jako palivo pro BPS poslouží 10 000 t/a hovězí kejdy (9% celkové sušiny), 700 t/a lihovarnických výpalků (9% celkové sušiny), 3 500 t/a kukuřičné siláže (min. 28% celkové sušiny), 6 600 t/a travní senáže (min. 28% celkové sušiny). Pro snazší koordinaci dodávek bude uzavřena rámcová smlouva s místním zemědělcem, který se zavázal veškeré potřebné palivo dovážet, ročně je kalkulováno uhradit mu dle předpokládané spotřeby 4 001 tis.Kč. Dílčí provozní náklady jsou tvořeny především mzdami, platbami za vodu, sjednanou údržbou areálu a budov. Náklad na elektřinu je tvořený připojením k síti VN v době provozní odstávky a vyvolané nutné údržby, a je odhadnut na cca 50 MWh/ rok s celkovou cenou vč. distribuce 2 500 Kč/MWh, celkem tedy 125 tis.Kč ročně. S elektroenergetickou firmou je sjednána pravidelná kontrola a údržba BPS v celkové výši 1767 tis.Kč/rok. Další uvedené náklady jsou svou povahou zřejmé z tabulky 4.2., za zmínku stojí platba za ICT v jejíž ceně je obsažena služba dálkového monitoringu. Celkem stojí investora roční provoz BPS 7 912 tis.Kč. Dále je počítáno, že vlivem stárnutí technologií bude zapotřebí každých 5 let mimořádný náklad na opravu / modernizaci zařízení. Vzhledem k tomu, že se BPS spouští v roce 2011, je počítáno pro roky 2015, 2020 a 2025 s mimořádným nákladem

ve výši 3 000 tis. pro každý zmíněný rok, v roce 2030 proběhne v případě potřeby výměna části technologie s očekávaným nákladem 5 000 tis.Kč.

Výroba elektrické energie je uvedena v tabulce 4.4.

Tab.4.4. Výroba energie

Instalovaný výkon [MW]	0,526
Vlastní spotřeba, transformační ztráty	7,50%
Trvalý výkon generátorů	91,32%
Teoretický počet hodin provozu za rok	8760
Výroba celkem [MWh]	3892,22095
Výkupní cena dle ERU Kč/MWh	4120
Příplatek za decentralizaci Kč/MWh	27
Tržby celkem v Kč	16141,04028

Roční očekávané tržby dané technologie vychází na 16 141 tis.Kč. Transformační ztráty (nepřímé měření odběru umístěné na sekundární straně) jsou uvažovány v obvyklé výši 4%, další 3,5% výroby budou spotřebována přímo na vlastní zajištění provozu. Počet hodin provozu je 24 krát 365 dní. Pro zajímavost, využití instalovaného výkonu vychází na 7 399 hodin, což je v energetice úctyhodný parametr srovnatelný s uhelnými nebo jadernými elektrárnami. Nejlepší vodní elektrárny dosahují 6 000 hodin, obvykle však o třetinu méně, větrné elektrárny (VTE) se pohybují v ČR od 600 do 2 500 hodin a nejlepší fotovoltaické elektrárny dosahují na 1 200 hodin. Vztah udává, kolik hodin využívá výrobná v přepočtu instalovaný výkon a spočte se tak, že se celková roční výroba podělí instalovaným výkonem. Limitní číslo je tak 8 760 hodin (krátkodobě jsou některá zařízení schopna podávat i větší než instalovaný výkon – např. VTE při rychlostech větru blížícím se odstavení VTE, tedy cca 25 m/s).

Předpokládaná doba provozu elektrárny pro ekonomické posouzení je stanovena na 20 let, po které platí státem garantovaný povinný výkup (průměrná životnost zvolené technologie vychází na 26 let). Pro výpočet tržeb v dalších letech provozu bude využito ustanovení zákona č.180/2005 Sb. a ročně se bude počítat s průměrným navýšením tržeb daných zvýšením výkupních cen dle cenového rozhodnutí ERU o 2,3%. Rovněž je ovšem nutné brát v potaz růst výkupních cen pro dodavatele (zemědělce) a růst ostatních provozních výdajů (mzdy, voda, elektřina atd.) také o 2,3%. V práci je tedy počítáno s příjmem z provozu elektrárny v prvním roce (2011) ve výši tržeb 16 141 tis. Kč plus 2,3%, a celkovými náklady 7 912 tis. Kč plus 2,3%, tedy s hrubým ziskem

nultého roku ve výši 8 229 tis.Kč, v dalších letech se úměrně zvyšují náklady i tržby. Pro citlivostní analýzu počítám kolísání tržeb a nákladů plus / minus 10%. Diskont je stanoven na investorem obvykle požadovaných 8%. Elektrárna zahájí činnost k 1.1.2011 a po dobu 6 let bude osvobozena od daně z příjmu. V dalších letech se provozní zisk bude snižovat o odpisy. Zařízení BPS je zařazeno do 3 odpisových skupin v poměru SKP 3 - 55%, SKP 4 - 30% a SKP 5 - 15% (empiricky stanoveno po dohodě s daňovým úřadem). Pro výpočet byl zvolen rovnoměrný způsob odpisování (projekt je v prvních šesti letech osvobozen od placení daně z příjmu, zrychlené odpisy by projekt poškodily).

Obecně definované odpisové skupiny (SKP)⁵¹:

- a) skupina 3 – ocelové konstrukce stožárů, parní kotle a pomocná zařízení, kondenzátory, jaderné reaktory, turbíny, hydraulické a pneumatické pohony a motory, jeřáby, zdvihací zařízení, výměníky tepla, klimatizační zařízení, elektromotory, generátory, transformátory, elektrická rozvodna, řídicí a spínací zařízení atd. V první roce odpisování 5,5%, dále 10,5%, celkem 10 let.
- b) skupina 4 – vedení trubní, stavby elektráren mimo podzemních staveb, průmyslové komíny atd. V první roce odpisování 2,15%, dále 5,15%, celkem 20 let.
- c) skupina 5 – budovy neuvedené ve skupině 4 a 6, vodní stupně a spodní stavba elektráren, nádrže, jímky, stavby místních čistíren a odpadních vod, podzemní stavby pro energetiku atd. V první roce odpisování 1,4%, dále 3,4%, celkem 30 let.

4.2.1. Výpočet zvolených ekonomických ukazatelů

V této kapitole jsou spočteny všechny ekonomické ukazatele, které jsou uvedeny ve druhé, resp. třetí kapitole, a které se pro každý podobný projekt počítají dle požadovaného energetického auditu a jeho příslušné vyhlášky. Jsou jimi :

⁵¹ Zákon o daních z příjmu č. 586/1992 Sb. ve znění č. 29/2007 Sb.

1. Prostá doba návratnosti T_s

$$T_s = \frac{IN}{CF_t} = \frac{64134}{8229} = 7,79 \text{ let}$$

Pokud bychom neuvažovali cenu peněz a další faktory, byla by BPS splacena za 8 let a 9,5 měsíců.

2. Reálná doba návratnosti

$$\sum_{t=1}^{Trd} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = \sum_{t=1}^{Trd} \frac{8229}{(1+0,08)^t} - 64134 = 12,20 \text{ let}$$

S uvažováním všech dalších faktorů (uvedených v tabulce 4.5.) bude reálně BPS zaplacená za 12let a 2,5 měsíců.

3. Čistá současná hodnota

$$NPV = SH - IN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = \sum_{t=1}^{20} \frac{8229}{(1+0,08)^t} - 64134 = 23857 \text{ tis.Kč}$$

Z uvedené hodnoty vyplývá, že se vyplatí investici realizovat, protože po odečtení investičních výdajů zůstala čistá současná hodnota investice kladná a to ve výši 23 857 tis. Kč. Pro zajímavost, současná hodnota investice by se dala spočítat také, jako součet NPV a IN a dosahuje bezmála 88 mil.Kč.

4. Vnitřní výnosové procento

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = IN = \sum_{t=1}^{20} \frac{8229}{(1+0,08)^t} = 64134$$

$$IRR = 13,51\%$$

Z uvedeného IRR jednoznačně vyplývá, že pokud se investor „spokojí“ s diskontem 13,51%, vyplatí se mu podstoupit riziko a do BPS investovat. V modelovém případě byla diskontní sazba stanovena na 8%, což spočtený projekt překonává o cca 70%.

5. Citlivostní analýza

Citlivostní analýza byla provedena na kolísání tržeb ve výši plus / minus 10% a stejně tak kolísání nákladů ve stejné výši, doplněná o nejhorší možnou situaci kombinace poklesu tržeb a růstu nákladů. V následujícím přehledu jsou uvedeny

vybrané reprezentativní hodnoty ekonomické efektivity projektu BPS tak, jak by vypadaly v případě nastalých situací:

a) citlivostní analýza – nárůst tržeb o 10%

NPV	40 582,61	Kč
IRR	17,11	%
Návratnost	9,29	let

b) citlivostní analýza – pokles tržeb o 10%

NPV	8 651,66	Kč
IRR	10,07	%
Návratnost	16,97	let

c) citlivostní analýza – nárůst nákladů o 10%

NPV	15 658,06	Kč
IRR	11,68	%
Návratnost	14,33	let

d) citlivostní analýza – pokles nákladů o 10%

NPV	31 309,99	Kč
IRR	15,13	%
Návratnost	10,79	let

e) citlivostní analýza – nárůst nákladů o 10% a současný pokles tržeb o 10%

NPV	452,85	Kč
IRR	8,11	%
Návratnost	nesplatí se	let

Z uvedené citlivostní analýzy je zřejmé, že výkyvy tržeb a nákladů mají na ekonomické vyhodnocení projektu zásadní vliv. Zatímco v žádné ze simulovaných jednoduchých situací nedošlo k tomu, že by čistá současná hodnota investice vyšla záporná resp. požadovaná diskontní sazba ve výši 8% nebyla splněna, při kombinaci naráz působících nepříznivých faktorů se při zvoleném diskontu investice nevrátí do doby garantovaného výkupu. Z kladné čisté současné hodnoty a IRR ve výši 8,1% však vyplývá, že zamýšlený projekt je možné doporučit k realizaci. Zároveň se ukázalo,

že existuje významná zranitelnost v případě poklesu tržeb a růstu nákladů, což může být způsobeno např. poruchou výrobního zařízení a současně růstem výkupních cen od dodavatelů surovin (pokles výkupních cen není pravděpodobný). V takovém případě je možné předejít růstu nákladů vhodnými dlouhodobými smlouvami s dodavateli a důslednou prevencí (např. údržbou a pravidelnou kontrolou).

V tabulce 4.5. jsou uvedeny všechny spočtené hodnoty (tržby a náklady) vč. daní, investic, odpisů, zisku, cash flow projektu, citlivostní analýzy atd.. Hodnoty jsou za prvních pět let činnosti BPS, kdy se splácí úvěr a jsou uvedeny v tis. Kč. V elektronické podobě je možné si prohlédnout celých 20 let a výpočet odpisů. V tištěné podobě bude součástí **příloh č.3** (výpočet návratnosti BPS), **přílohy č.4/1** (citlivostní analýza poklesu tržeb + 10%), **přílohy č.4/2** (citlivostní analýza nárůstu tržeb – 10%), **přílohy č.4/3** (citlivostní analýza nárůstu nákladů + 10%), **přílohy č.4/4** (citlivostní analýza poklesu nákladů – 10%), **přílohy č. 4/5** (citlivostní analýza nárůstu nákladů + 10% a současně pokles tržeb o 10%), **přílohy č.2** (přehled odpisů BPS).

Tabulka 4.5. Výpočet návratnosti

Rok	0	1	2	3	4	5
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tržby	18955,8	16512,24	16892,02	17280,54	17677,99	18084,59
Náklady		8093,976	8280,137	8470,581	8665,404	8864,708
Odpisy		2468,534	4981,603	4981,603	4981,603	4981,603
Zisk před zdaněním		4 032	4 225	4 423	4 626	4 880
Zisk	-948	4 032	4 225	4 423	4 626	4 880
Investiční výdaje	63 186					3 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340
Urok	948	948	776	595	406	207
CF	-45 178	4 032	4 225	4 423	4 626	1 880
DCF	-45 178	3 456	3 354	3 251	3 148	1 185
Kumulované DCF	-45 178	-41 722	-38 368	-35 117	-31 968	-30 784

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587
Cena peněz	8%					

NPV	23 856,69	Kč
IRR	13,51	%
Návratnost	12,20	let

4.2.2. Vyhodnocení BPS

V předchozí kapitole bylo provedeno kompletní vyhodnocení ekonomické efektivity zvoleného projektu realizace BPS. Ze všech spočtených hodnot investice, tedy prosté a reálné doby návratnosti, čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta a citlivostní analýzy tržeb a nákladů, jednoznačně vyplynulo, že projekt je za daných podmínek ekonomicky efektivní i bez čerpání dotací a lze jej investorovi doporučit (investor nesplňuje podmínky pro přidělení dotace, resp. o dotaci nechce žádat). Zároveň lze také doporučit spuštění komerčního provozu k 1.1.2011 tak, aby využil celých šesti let možných daňových prázdnin (dle zákona o daních z příjmu – osvobození od daně – osvobození v roce spuštění do provozu, i v průběhu roku, plus dalších pět let čili 1+5), při kterých je schopen snáze splatit poskytnutý úvěr. Uvedené ceny vychází z expertních odhadů konzultantů práce a cen na trhu obvyklých či daných ERU.

Při případném využití čerpání dotací z evropských fondů by se zmíněné ukazatele ještě upravily. Pro investory je připraveno na výstavbu BPS v letech 2007-2013 celkem 480 mil.Kč⁵² z Programu rozvoje venkova ČR spolufinancovaného Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova (EAFRD) dle článku III.1.1. Diverzifikace činností nezemědělské povahy (až 60% projektu maximálně 45 mil.Kč na projekt – dle účelu, velikosti podniku a místa) a III.1.2. Podpora zakládání podniků a jejich rozvoje (viz. předchozí bod).⁵³Dále je možné získat dotaci z MPO – Program podpory EKO-ENERGIE (až 60% dle záměru a velikosti podniku, popř. možnost získat zvýhodněný úvěr s úrokovou sazbou 1% p.a. na 15 let). V každém případě by se pak ale zcela změnil propočet zisku, protože z prostředků dotací bohužel neplynou odpisy jako zdroj financování, ale na druhou stranu jsou pro investora významným příjmem zpravidla v prvním roce po uvedení do provozu.

⁵² MZ ČR, Desatero bioplynových stanic, s.3

⁵³ MZ ČR, Pravidla kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotace na projekty Programu rozvoje venkova ČR na období 2007-2013, Opatření III.1.1. a III.1.2. s.14

4.3. Ekonomické zhodnocení projektu na energetické využití řepkového šrotu (termická přeměna)

Jedná se o projekt energetického zdroje, který by měl spalovat řepkový šrot z výroby esterifikovaných přísad do pohonných hmot, s celkovým výkonem 40,8 MW, připojeného do sítě velmi vysokého napětí 110 kV(VVN). Zařízení dodá firma DOTEK Energo Int. s.r.o. Projekt bude realizován jednak z vlastních prostředků firmy 918,3625 mil.Kč (50%), zbývající finanční prostředky si investor vypůjčí od banky (50%) na dobu deseti let s úrokovou sazbou 5% p.a. a jedné roční splátce. Cena technologického zařízení je, dle ceníku firmy DOTEK z června 2009, 1119,750 mil.Kč. Celkové investiční náklady jsou spočteny na 1882,643 mil.Kč, protože k ceně kompletní technologie bude potřeba přičíst veškeré náklady na vybudování zařízení v celkové výši 550 mil.Kč, cenu projektu 166,975 mil.Kč a zaplacený úrok v roce 2010 za čerpání úvěru ve výši 45,918 mil.Kč. Doba realizace zařízení je po dohodě s výrobcem technologie a stavební firmou odhadnuta na 12 měsíců. Výstavba bude realizována na vlastním pozemku investora o celkové rozloze 40m krát100m, čili 0,4 ha, a vlastní výroba elektřiny do sítě bude spuštěna od 1.1.2011.

V tabulce 4.6. jsou uvedeny výpočty vstupních dat, obdobně jako v případě BPS lze měnit výši požadovaného úvěru, počet ročních splátek a celkovou dobu splácení s tím, že se vše přepočte do předpokládané velikosti splátky. Výpočet je v případě více než jedné roční splátky pouze orientační, ve skutečnosti se vlastní úročení počítá ke každému datu splátky a splácet lze jednak stále stejnou částku tak jako v uvažovaném investičním projektu (anuitní splátka), případně se lze domluvit i na neustále se měnící splátce.

Tabulka 4.6.Vstupní data

Investice na pořízení [tis.Kč]	1836725
Technologie [tis.Kč]	1119750
Vybudování [tis.Kč]	550000
Projekt [tis.Kč]	166975
Celková výše úvěru [tis.Kč]	918362,5
úroková sazba	5,00%
% úvěru na investici	50,00%
počet let splácení	10
splátka [tis.Kč]	119333,5647
počet ročních splátek	1

V tabulce 4.7. je uveden průběh desetiletého splácení úvěru v tis.Kč.

4.7. Splácení úvěru

rok	počáteční zůstatek	úrok	konečný zůstatek	splátka
2011	918362,50	45918,13	964280,63	119333,56
2012	844947,06	42247,35	887194,41	119333,56
2013	767860,85	38393,04	806253,89	119333,56
2014	686920,33	34346,02	721266,34	119333,56
2015	601932,78	30096,64	632029,42	119333,56
2016	512695,85	25634,79	538330,64	119333,56
2017	418997,08	20949,85	439946,93	119333,56
2018	320613,37	16030,67	336644,04	119333,56
2019	217310,47	10865,52	228176,00	119333,56
2020	108842,43	5442,12	114284,55	114284,55

V tabulce 4.8. jsou strukturovaně uvedeny provozní náklady zamýšlené investice tak, jak byly na základě dohody se všemi zúčastněnými stranami odborně odhadnuty.

Tab.4.8.Provozní náklady

Palivo - řepkový šrot [tis.Kč]	600000
Dílčí provozní náklady [tis.Kč]	82000
Spotřeba elektřiny [tis.Kč]	8979
Servisní služba [tis.Kč]	137081
Revize elektro zařízení [tis.Kč]	1000
ICT služby [tis.Kč]	1000
Pojištění [tis.Kč]	4292
Celkové provozní náklady [tis.Kč]	834352

Jak již bylo uvedeno výše, počítá se pro zařízení coby energetická biomasa pro spalování řepkový šrot, kterého se ročně spotřebuje 250 000 tun. Palivo je zajištěné smluvně v požadovaném množství a kvalitě za dohodnutou cenu 2 400 Kč/tunu. Dílčí provozní náklady v sobě zahrnují mzdy, údržbu, potřebnou vodu, sorbent pro odsíření, močovinu pro denitrifikaci. Náklad na elektřinu je opět tvořen provozními odstávkami, ale i náklady na potřebné přifázování elektrárny k síti VVN, vlastní spotřebou, ve výši 2 500 Kč/MWh vč. distribučních poplatků, což při uvažované spotřebě 3 591 MWh/rok vytvoří náklad ve výši 8,979 mil.Kč. Se servisní organizací byla dohodnuta pravidelná kontrola a údržba kompletního technologického zařízení výroby v celkové výši 137,081 mil.Kč/rok. Celkové roční náklady jsou pak i se započtením pojistky a dalších drobných vydání spočteny na 834,352 mil.Kč. Navíc se počítá v letech 2019 a 2027

s mimořádným výdajem 180 mil.Kč na generální opravu (GO) kotle a v roce 2023 s výdajem 100 mil.Kč na generální opravu turbogenerátoru. Ve stejném roce 2023 proběhne GO odsíření a denitrifikace s nákladem ve výši 40 mil.Kč.

Předpokládaná dodávka energie je uvedená v tabulce 4.9.

Tab.4.9. Výroba energie

Instalovaný výkon [MW]	40,8
Vlastní spotřeba, transf.ztráty	7,50%
Trvalý výkon generátorů	95,00%
Teoretický počet hodin provozu za rok	8760
Výroba celkem [MWh]	314072,28
Výkupní cena dle ERU Kč/MWh	3530
Příplatek za decentralizaci Kč/MWh	20
Tržby celkem v Kč	1114956,594

Roční očekávané tržby dané technologie jsou spočteny na 1 114,957 mil.Kč. Transformační ztráty jsou uvažovány ve výši 4%, další 3,5 procent výkonu bude spotřebováno na vlastní provoz výroby. Využití instalovaného výkonu vychází na 7 698 hodin.

Předpokládaná doba provozu elektrárny je pro účely vyhodnocení ekonomické efektivity zvoleného projektu stanovena na 20 let, pro které platí garance výkupních cen dle ERU (celková průměrná životnost je 24 let). Obdobně jako u výpočtů BPS budu uvažovat pravidelný růst tržeb i nákladů ve výši 2,3%. V projektu je počítáno s hrubým ziskem z provozu elektrárny v prvním roce provozu (2011) daným tržbami 1114,956 mil. Kč plus 2,3% (cenové rozhodnutí ERU pro rok 2011 není známo, bude zveřejněno na konci listopadu 2010) a celkovými náklady ve výši 834,352 mil. Kč plus 2,3%, tedy s částkou 280,604 mil. Kč. Odpisování investice je provedeno pomocí vážené průměrné doby odpisování, která je odhadnuta na 24 let a výše odpisu činí 76 452 tis. Kč/rok.

4.3.1. Výpočet zvolených ekonomických ukazatelů

V této části práce jsou spočteny všechny ekonomické ukazatele tak, jak bylo stanoveno na počátku práce, a jak bylo počítáno i pro projekt BPS dle vyhlášky o energetickém auditu.

1. Prostá doba návratnosti T_s

$$T_s = \frac{IN}{CF_t} = \frac{1882643}{280604} = 6,71 \text{ let}$$

Pokud bychom neuvažovali cenu peněz a další faktory, byla by elektrárna splacena po 6 letech a 8,5 měsících.

2. Reálná doba návratnosti

$$\sum_{t=1}^{Trd} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = \sum_{t=1}^{Trd} \frac{280604}{(1+0,08)^t} - 1882643 = 7,84 \text{ let}$$

S uvažováním všech dalších faktorů (uvedených v tabulce 4.10.) bude reálně elektrárna zaplacená za 7 let a 10 měsíců.

3. Čistá současná hodnota

$$NPV = SH - IN = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN = \sum_{t=1}^{20} \frac{280604}{(1+0,08)^t} - 1882643 = 1153786 \text{ tis.Kč}$$

Z uvedené hodnoty vyplývá, že se vyplatí investici realizovat, protože po odečtení investičních výdajů zůstala čistá současná hodnota investice kladná a to ve výši 1153786 tis. Kč. Současná hodnota investice by se dala rovněž počítat také jako součet NPV a IN a přesahuje 3 miliardy Kč.

4. Vnitřní výnosové procento

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} = IN = \sum_{t=1}^{20} \frac{280604}{(1+0,08)^t} = 1882643$$

$$IRR = 19,95\%$$

Z uvedeného IRR jednoznačně vyplývá, že investorova očekávání budou naplněna dvaapůlkrát, tudíž se mu vyplatí podstoupit investiční riziko a projekt realizovat. V modelovém případě byla diskontní sazba stanovena na 8%.

5. Citlivostní analýza

Citlivostní analýza byla provedena na kolísání tržeb opět ve výši plus / minus 10% a rovněž tak na kolísání nákladů ve stejné výši, plus nastalého souběhu poklesu tržeb a růstu nákladů. V následujícím přehledu jsou uvedeny spočtené vybrané

reprezentativní hodnoty ekonomické efektivity projektu elektrárny na spalování řepkového šrotu tak, jak by vypadaly pokud by nastaly simulované situace:

a) citlivostní analýza – nárůst tržeb o 10%

NPV	2 309 134,23	Kč
IRR	31,58	%
Návratnost	4,30	let

b) citlivostní analýza – pokles tržeb o 10%

NPV	103 469,95	Kč
IRR	9,13	%
Návratnost	19,38	

c) citlivostní analýza – nárůst nákladů o 10%

NPV	289 208,33	Kč
IRR	11,10	%
Návratnost	15,86	let

d) citlivostní analýza – pokles nákladů o 10%

NPV	1 939 766,22	Kč
IRR	27,85	%
Návratnost	4,99	let

e) citlivostní analýza – nárůst nákladů o 10% a pokles tržeb o 10%

NPV	-761 107,99	Kč
IRR	-1,39	%
Návratnost	nesplatí se	let

Z uvedené citlivostní analýzy vyplývá, že projekt má ve všech uvažovaných jednoduchých variantách kladnou čistou současnou hodnotu investice, a tak investorovi vložené prostředky, i při uvažovaném výnosu z alternativní investice ve výši 8%, vrátí a zhodnotí. Obrovské riziko ovšem představuje růst nákladů a pokles tržeb, které by při současném dlouhodobém působení mohly mít pro projekt fatální důsledky. Záporná čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento jednoznačně ukazují nenávratnost vložených prostředků, resp. jejich znehodnocení. Pokud jde o náklady, je hlavní položkou nákup řepkového šrotu, tudíž by bylo vhodné uzavřít dlouholetou smlouvu s garantovanou cenou. Pokles tržeb zapříčiněný snížením výkupní ceny by vzhledem

ke dvacetiletému garantovanému výkupu neměl nastat, je ale nezbytné činit všechna opatření směřující k co největšímu využití instalovaného výkonu (prevence a údržba výrobního zařízení, snížení odstávek na nezbytné minimum). Vzhledem k tomu, že simulovaná situace může nastat, vyhodnocuji projekt jako potencionálně rizikový a nedoporučuji za daných podmínek k realizaci. Je potřeba pokusit se najít možné úspory v nákladové položce, popř. vybrat jinou technologii, která by při srovnatelných nákladech garantovala vyšší tržby.

V tabulce 4.10. jsou uvedeny všechny spočtené hodnoty projektu vč. daní, investic, odpisů, zisku, cash flow projektu, citlivostní analýzy atd.. Hodnoty jsou za prvních pět let činnosti výroby, kdy se také splácí úvěr (jsou uvedeny v tis. Kč), v elektronické podobě je v tabulce možné si prohlédnout celých 20 let. V tištěné podobě bude součástí **příloh č.5** (výpočet návratnosti výroby), **přílohy č.6/1** (citlivostní analýza nárůstu tržeb + 10%), **přílohy č.6/2** (citlivostní analýza poklesu tržeb – 10%), **přílohy č.6/3** (citlivostní analýza nárůstu nákladů + 10%), **přílohy č.6/4** (citlivostní analýza poklesu nákladů – 10%) a **přílohy č. 6/5** (citlivostní analýza nárůstu nákladů + 10% a současně pokles tržeb o 10%).

Tabulka 4.10. Výpočet návratnosti

Rok	0	1	2	3	4	5
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tržby	918363	1140601	1166834	1193672	1221126	1249212
Náklady		853542,1	873173,6	893256,6	913801,5	934818,9
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		167 725	174 327	181 081	187 991	195 059
Zisk	-45 918	167 725	174 327	181 081	187 991	195 059
Investiční výdaje	1 836 726					
Splátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096
CF	-964 281	167 725	174 327	181 081	187 991	195 059
DCF	-964 281	143 797	138 387	133 100	127 944	122 921
Kumulované DCF	-964 281	-820 484	-682 097	-548 997	-421 054	-298 133

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587
Cena peněz	8%					

NPV	1 153 786,27	Kč
IRR	19,95	%
Návratnost	7,84	let

4.3.2. Vyhodnocení výroby elektřiny z řepkového šrotu

V předešlé kapitole bylo provedeno kompletní ekonomické zhodnocení zvažované investice do výroby elektřiny z řepkového šrotu dle stanovených ekonomických ukazatelů. Z ekonomické analýzy je patrné, že za daných podmínek není vhodné do projektu investovat bez dalšího zajištění se vůči rizikovým faktorům. Pokud by se ovšem podařilo zajistit si stabilní dodávku řepkového šrotu v garantovaných cenách a zkrátit nutné GO na minimum, je naopak vhodné projekt realizovat. Ve vyhodnocení projektu není zahrnuta doprava a skladování řepkového šrotu. Opět platí, že po dobu prvních šesti let (1+5) je tato elektrárna osvobozena od placení daně z příjmu (resp. její majitel), proto by bylo vhodné doporučit investorovi její spuštění k 1.1.2011, tak aby využil celé daňové prázdniny. Získané ceny a náklady vychází z tržních cen a expertního odhadu konzultantů práce. Projekt je opět soběstačný i bez případných dotací.

5. Závěr

Problematika energetiky byla, je a bude vždy patřit mezi jedno z nejčastěji diskutovaných témat. Celosvětové zásoby vzácných energetických komodit nejsou rovnoměrně rozloženy mezi všechny státy, což vyvolává určité společensko-politické tlaky po celou existenci lidstva coby „vládce“ planety. Navíc je umístění největších světových zásob jedné z klíčových surovin - ropy, na které je celá západní civilizace závislá, právě v nestabilních regionech, jako je Blízký východ, Afrika či jižní Amerika a tyto zdroje nejsou obnovitelné. Rovněž světové zásoby uhlí (kterého je v Evropě naštěstí více než ropy) nejsou nevyčerpatelné a jeho spalováním se do ovzduší dostávají tzv. skleníkové plyny, jenž mají negativní dopad na světové klima. Měsíční krajinu, která zůstává po těžbě hnědého uhlí, se jen pomalu, obtížně a draze daří transformovat zpět k podmínkám pro další využití. Několik set metrů hluboké jámy po těžbě v hlubinných dolech lidem žijícím nad nimi klid také nepřináší a s trochou nadsázky se dají využít snad jen na uložení nebezpečného odpadu pro další generace.

Je proto pochopitelné, že si čím dál více obyvatel v Evropě uvědomuje zhoubnost lidského konání a snaží se prostřednictvím politiků změnit resp. zmírnit dopady člověka na přírodu. Jednou z možností, jak se dá Zemi ulevit je výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zásoby těchto energetických obnovitelných zdrojů, mezi které se počítá solární energie, geotermální energie, spalování **biomasy** nebo energie větru a vody, jsou v lidských rozměrech současných potřeb prakticky neomezené. Hlavní příčinou proč lidstvo nevyužívá potenciál obnovitelných zdrojů energie více, ale spotřebovává zdroje neobnovitelné, je cena a nízké povědomí o negativních externalitách, což je problém lepší osvěty. V ČR je výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů několikanásobně dražší (až dvacetkrát) než výroba elektřiny spalováním uhlí. Bohužel se v žádné studii nedaří objektivně vyčíslit skutečnou cenu za jednu vyrobenou kWh z uhlí, protože se zmíněné negativní externality do ceny nezapočítávají.

Biomasa patří mezi nejstarší využívané energetické zdroje, byť byla na počátku využívána pouze jako palivo. Vzhledem k tomu, že v ČR nemáme nejpříznivější podmínky pro získávání energie z OZE, protože ani osvit, ani hydroenergetický nebo větrný potenciál nedává možnost získat dostatečné množství energie, nebudeme nikdy

patřit mezi státy jako je Rakousko, Švédsko nebo Portugalsko, kterým se to logicky daří. Skutečnost panujících rozdílných podmínek v jednotlivých evropských státech je dobře patrná z indikativních cílů, které jsou pro jednotlivé státy určeny směrnici č. 2001/77/EC. Biomasa pro nás v ČR může do budoucna představovat jeden z hlavních obnovitelných energetických zdrojů, který je na rozdíl od jiných OZE z hlediska predikce výroby energie dobře čitelný, a tak negativně nezatěžuje přenosovou a distribuční soustavu.

Tato práce se zabývá využitím biomasy pro energetické účely resp. ekonomickou efektivitou jejího energetického zpracování. Z čistě ekonomického hlediska se de facto o žádnou ekonomickou efektivitu jednat nemůže, protože projekty jsou z tohoto pohledu smysluplné pouze za státem garantovaného výkupu (na veškerý provoz výrobních zařízení z OZE přispívá každý plátce odebrané elektřiny povinnou částkou stanovenou ERU) a vlastní výroba je dražší než z konkurenčních uhelných či jaderných elektráren. Je to však dáno i tím, že se do ceny výše zmíněných elektráren nedaří naplno promítnout celkové náklady na provoz těchto zdrojů (zmíněné externality), o nuceném stěhování celých vesnic kvůli těžbě nemluvě (při výstavbě velkých vodních elektráren k tomu docházelo také). Reálně si tak vzácnost elektřiny a její skutečnou cenu většinou ani neuvědomujeme.

V diplomové práci je nejprve vysvětleno co to je biomasa, jak vzniká, jaký je potenciál pro její pěstování v ČR a je provedeno porovnání našeho využití biomasy pro energetické účely s našimi sousedy. Dále je popsán legislativní rámec pro energetické pěstování biomasy od Státní energetické koncepce, Akčního plánu pro pěstování biomasy, přes zákon 180/2005 Sb. a příslušné cenové rozhodnutí ERU. Pro snazší pochopení vlastní práce jsou také vysvětleny základní ekonomické pojmy vyhodnocení investičních projektů, jako je prostá a reálná doba návratnosti, čistá současná hodnota investice, vnitřní výnosové procento a citlivostní analýza. V neposlední řadě se práce zabývá možnými pozitivními a negativními externalitami a jsou zde uvedeny, alespoň v obecné rovině, možnosti čerpání dotací z příslušných fondů.

Ve vlastní práci jsou pak vybrány dva reprezentativní projekty možné investice do biomasy, jeden jako zástupce biochemické přeměny biomasy, druhý coby reprezentant termického způsobu využití energie biomasy pro výrobu elektřiny.

V obou případech je názorně popsán postup vyhodnocení investice tak, jak se v praxi provádí, pro každý zvlášť jsou spočteny základní ekonomické ukazatele sloužící k vyhodnocení investic s cílem vysvětlit, jak takové hodnocení principiálně probíhá. Možným investorům je navrženo několik možností, jak snížit riziko neúspěchu investice, a sice uzavřít dlouhodobé smlouvy s dodavateli, spustit provoz k 1. lednu tak, aby se daly naplno využít šestileté daňové prázdniny, důraz na pravidelnou kontrolu a údržbu výrobního zařízení, na což jsou od počátku obou projektů vyčleněny prostředky a v cash flow investice s nimi je počítáno.

V reálném světě se vyskytuje nekonečně možností, které může investor využít, závisících jednak na jeho ekonomické síle, očekáváních (diskontu a době návratnosti), ale také na individuálních podmínkách získání rozličných vstupních surovin (nákladová položka), či prodeji elektřiny s využitím zeleného bonusu (dopad na tržby). Nelze tedy obecně prohlásit, že investice do tohoto typu projektu je vždy ekonomicky výhodná, byť pro zvolený případ BPS tomu tak bylo a při lepším zajištění se vůči rizikům stoupaní nákladů, především řepkového šrotu, rovněž. S důsledky radikální změny fiskální politiky počítáno také není, přičemž samozřejmě platí, že na vyhodnocení projektu by například změna daňové sazby, odpisů a daňových prázdnin, stejně tak povinných odvodů za zaměstnance atd., měla zásadní vliv.

Doufám, že se každý kdo má zájem o základní přiblížení problematiky energetického využití biomasy dozví veškeré nezbytné informace, které mu pomohou buď dané problematice porozumět, nebo lépe, pustit se do libovolného podnikatelského projektu. Věřím, že se mi srozumitelnou formou povedlo zpracovat nesmírně komplikované téma ekonomické efektivity energetického zpracování biomasy, a že jsem dokázal v práci využít načerpané informace a zkušenosti jednak z ekonomické oblasti, ale rovněž z mého několikaletého působení v energetice. Jsem přesvědčen, že i já některé nově získané poznatky v praxi zúročím.

6. Seznam zkratk a symbolů

BPS	bioplynová stanice
ČZU	Česká zemědělská univerzita
ČOV	čistička odpadních vod
ERU	Energetický regulační úřad
GJ	gigajoule
GW	gigawatt
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
MJ	megajoule
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MW	megawatt
MW _t	megawatt tepelného výkonu
MWh	megawatthodina
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NN	nízké napětí
OZE	obnovitelné zdroje energie
PEZ	primární energetický zdroj
PJ	petajoul = 0,278 terawatthodin
t/a	roční spotřeba – tun za rok
TW	terawatt
VN	vysoké napětí
VÚZT	Výzkumný ústav zemědělské techniky
VVN	velmi vysoké napětí

7. Seznam použité literatury

- 1) ANDERT D., SLADKÝ V., ABRHAM Z., *Energetické využití pevné biomasy*. VÚZT, Praha 2006
- 2) KÁRA J., PASTOREK Z., PŘIBYL E., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. VÚZT, Praha 2007
- 3) KOLEKTIV autorů ÚPEI FSI VUT Brno. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. ČEZ, a.s., Praha 2007
- 4) MACÁKOVÁ L. a kolektiv. *Mikroekonomie základní kurz*. MELANDRIUM, Slaný 2007
- 5) Malaťák J. a Vaculík P. *Biomasa pro výrobu energie*. ČZU, Praha 2008
- 6) MPO. *Aktualizace státní energetické koncepce ČR*. MPO, Praha 2009
- 7) MPO. *Obnovitelné zdroje energie v roce 2008*. MPO, Praha 2009
- 8) MURTINGER K., BERANOVSKÝ J. *Energie z biomasy*. ERA, Brno 2006
- 9) MZE ČR. *Desatero bioplynových stanic*. Odbor řídicí orgán EAFRD
- 10) MZE ČR. *Pravidla kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotace na projekty Programu rozvoje venkova ČR na období 2007-2013, Opatření III.1.1. (Č.j.: 40647/2009 – 10000)*. MZE, Praha
- 11) MZE ČR. *Pravidla kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotace na projekty Programu rozvoje venkova ČR na období 2007-2013, Opatření III.1.2. (Č.j.: 40647/2009 – 10000)*. MZE, Praha
- 12) MZE ČR, VÚZT a další. *Stav a perspektivy udržitelného rozvoje biogenních PHM*. Brno 2008
- 13) PASTOREK Z., KÁRA J., JEVIČ P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. FCC PUBLIC, Praha 2004
- 14) STÁTNÍ FOND ŽP ČR. *Výstavba komunálních BPS s využitím BRKO*. Státní fond ŽP ČR, Praha 2009
- 15) SYNEK M. a kol. *Podniková ekonomika 3. přepracované a doplněné vydání*. C.H.Beck, Praha 2002

Právní normy

- 1) Zákon č. 180/2005 Sb., *o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie*
- 2) Zákon o daních z příjmu č. 586/1992 Sb. ve znění č. 29/2007 Sb.
- 3) Vyhláška č.213/2001 Sb. *o energetickém auditu a její příloha č.79*
- 4) Cenové rozhodnutí ERÚ č. 4/2009, *kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z OZE*
- 5) Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2009, *kterým se stanovují ceny elektřiny a souvisejících služeb*

Internetové adresy

- 1) <http://biom.cz/cz/odborne-clanky> (dostupné v březnu 2010)
- 2) http://biom.cz/upload/93a6e8e6b11e93816bea14d0c95745a2/AP_biomasa_09_01.pdf, *Akční plán pro biomasu 2009-11* (dostupné v březnu 2010)
- 3) <http://www.cez.cz> (dostupné v březnu 2010)
- 4) <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0628:FIN:CS:PDF>, *Biomass action plan {SEC(2005) 1573}*
- 5) http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm (dostupné v březnu 2010)
- 6) <http://ec.europa.eu/intelligentenergy> (dostupné v březnu 2010)
- 7) <http://www.eru.cz> (dostupné v březnu 2010)
- 8) <http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evoplyn> (dostupné v březnu 2010)

8. Seznam příloh

Příloha č.1 – Indikativní cíle výroby EE z OZE v Evropě [%]

Příloha č.2 – Odpisy

Příloha č.3 – Výpočet návratnosti BPS

Příloha č.4 – Citlivostní analýza BPS

Příloha č.5 – Výpočet návratnosti výroby z řepkového šrotu

Příloha č.6 – Citlivostní analýza výroby energie z řepkového šrotu

Příloha č.1 Indikativní cíle výroby EE z OZE v Evropě [%]

Země/rok	1994	2004	2010
EU 25 countries	13,2	13,7	21
EU 15 countries	14,2	14,7	22
Belgium	1,1	2,1	6
Czech Republic	3	4	8
Denmark	5,6	27	29
Germany	4,3	9,7	12,5
Estonia	0	0,6	5,1
Greece	6,4	9,5	20,1
Spain	17,7	18,2	29,4
France	19,7	12,9	21
Ireland	5,5	5,1	13,2
Italy	18	15,9	25
Cyprus	0	0	6
Latvia	52,8	47,1	49,3
Lithuania	4,1	3,5	7
Luxembourg	3	3,3	5,7
Hungary	0,5	2,3	3,6
Malta	0	0	5
Netherlands	1,9	5,7	9
Austria	70,1	58,8	78,1
Poland	1,6	2,1	7,5
Portugal	36,1	24,4	39
Slovenia	31,8	29,1	33,6
Slovakia	17	14,3	31
Finland	24,8	28,3	31,5
Sweden	42,7	46,1	60
United Kingdom	2,1	3,7	10
Bulgaria	2,2	8,9	–
Romania	23,4	29,9	–
Croatia	41,7	41	–
Turkey	39,5	30,9	–

Zdroj: Kolektiv autorů. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. ČEZ, a.s., Praha 2007

Příloha č.2 Odpisy [Kč]

celková investice 63622 SKP 3. 55,00%
investice 34992,1 SKP 4. 30,00%
1.rok 5,50%
další roky 10,50%

SKP 4. 30,00%
19086,6
1.rok 2,15%
další roky 5,15%

SKP 5. 15,00%
9543,3
1.rok 1,40%
další roky 3,40%

ROK	odpis	zústatková
2011	1924,5655	34992,1
2012	3674,1705	33067,5345
2013	3674,1705	29393,364
2014	3674,1705	25719,1935
2015	3674,1705	22045,023
2016	3674,1705	18370,8525
2017	3674,1705	14696,682
2018	3674,1705	11022,5115
2019	3674,1705	7348,341
2020	3674,1705	3674,1705
2021	0	0
2022	0	0
2023	0	0
2024	0	0
2025	0	0
2026	0	0
2027	0	0
2028	0	0
2029	0	0
2030	0	0

odpis	zústatková
410,362	19086,6
982,96	18676,238
982,96	17693,278
982,96	16710,318
982,96	15727,358
982,96	14744,399
982,96	13761,439
982,96	12778,479
982,96	11795,519
982,96	10812,559
982,96	9829,599
982,96	8846,6391
982,96	7863,6792
982,96	6880,7193
982,96	5897,7594
982,96	4914,7995
982,96	3931,8396
982,96	2948,8797
982,96	1965,9198
982,96	982,9599

odpis	zústatková
133,606	9543,3
324,472	9409,6938
324,472	9085,2216
324,472	8760,7494
324,472	8436,2772
324,472	8111,805
324,472	7787,3328
324,472	7462,8606
324,472	7138,3884
324,472	6813,9162
324,472	6489,444
324,472	6164,9718
324,472	5840,4996
324,472	5516,0274
324,472	5191,5552
324,472	4867,083
324,472	4542,6108
324,472	4218,1386
324,472	3893,6664
324,472	3569,1942

celkem odpis
2468,5336
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
4981,6026
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321
1307,4321

Příloha č.3 – Výpočet návratnosti BPS

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	465,84	487,99	510,65	234,40	924,26	948,52	973,34	998,73	725,27	1051,27	1078,45	1106,26	1134,70	664,75
Tržby	18955,8	16512,2	16892	17280,5	17678	18084,6	18500,5	18926	19361,3	19806,7	20262,2	20728,2	21205	21692,7	22191,6	22702	23224,2	23758,3	24304,8	24863,8	25435,7
Náklady		8093,98	8280,14	8470,58	8665,4	8864,71	9068,6	9277,17	9490,55	9708,83	9932,14	10160,6	10394,3	10633,3	10877,9	11128,1	11384	11645,9	11913,7	12187,7	12468,1
Odpisy		2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním		4 032	4 225	4 423	4 626	4 880	9 432	9 649	9 871	10 098	10 330	10 568	10 811	11 059	11 314	11 574	11 840	12 112	12 391	12 676	12 968
Zisk	-948	4 032	4 225	4 423	4 626	4 880	9 432	9 183	9 383	9 587	10 096	9 643	9 862	10 086	10 315	10 849	10 789	11 034	11 285	11 541	12 303
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	4 032	4 225	4 423	4 626	1 880	9 432	9 183	9 383	9 587	7 096	9 643	9 862	10 086	10 315	7 849	10 789	11 034	11 285	11 541	7 303
DCF	-45 178	3 456	3 354	3 251	3 148	1 185	5 503	4 961	4 694	4 441	3 043	3 830	3 626	3 434	3 252	2 291	2 916	2 761	2 615	2 476	1 451
Kumulované DCF	-45 178	-41 722	-38 368	-35 117	-31 968	-30 784	-25 280	-20 319	-15 625	-11 184	-8 141	-4 312	-685	2 749	6 000	8 291	11 207	13 968	16 583	19 059	20 510

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	23 856,69	Kč
IRR	13,51	%
Návratnost	12,20	let

Příloha č.4/1 – Citlivostní analýza BPS - pokles tržeb o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	294,11	312,31	330,93	50,55	736,18	756,12	776,51	797,37	519,28	840,54	862,88	885,72	909,10	433,96
Tržby	18955,8	15011,1	15356,4	15709,6	16070,9	16440,5	16818,7	17205,5	17601,2	18006,1	18420,2	18843,9	19277,3	19720,6	20174,2	20638,2	21112,9	21598,5	22095,3	22603,5	23123,3
Náklady	8093,98	8280,14	8470,58	8665,4	8864,71	9068,6	9277,17	9490,55	9708,83	9932,14	10160,6	10394,3	10633,3	10877,9	11128,1	11384	11645,9	11913,7	12187,7	12468,1	
Odpisy	2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním	2 530	2 690	2 852	3 019	3 236	7 750	7 928	8 111	8 297	8 488	8 683	8 883	9 087	9 296	9 510	9 729	9 953	10 182	10 416	10 655	
Zisk	-948	2 530	2 690	2 852	3 019	3 236	7 750	7 634	7 798	7 966	8 438	7 947	8 127	8 311	8 499	8 991	8 888	9 090	9 296	9 507	10 221
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	2 530	2 690	2 852	3 019	236	7 750	7 634	7 798	7 966	5 438	7 947	8 127	8 311	8 499	5 991	8 888	9 090	9 296	9 507	5 221
DCF	-45 178	2 169	2 135	2 097	2 055	149	4 522	4 125	3 901	3 690	2 332	3 156	2 988	2 830	2 679	1 749	2 402	2 275	2 154	2 040	1 037
Kumulované DCF	-45 178	-43 009	-40 874	-38 777	-36 723	-36 574	-32 052	-27 927	-24 026	-20 336	-18 004	-14 848	-11 860	-9 031	-6 351	-4 603	-2 201	74	2 228	4 268	5 305

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	8 651,47	Kč
IRR	10,07	%
Návratnost	16,97	let

Příloha č.4/2 – Citlivostní analýza BPS - nárůst tržeb o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	654,74	681,24	708,34	436,64	1131,15	1160,17	1189,86	1220,22	951,86	1283,07	1315,58	1348,84	1382,87	918,63
Tržby	18955,8	18163,5	18581,2	19008,6	19445,8	19893	20350,6	20818,6	21297,5	21787,3	22288,4	22801,1	23325,5	23862	24410,8	24972,2	25546,6	26134,2	26735,3	27350,2	27979,2
Náklady		8093,98	8280,14	8470,58	8665,4	8864,71	9068,6	9277,17	9490,55	9708,83	9932,14	10160,6	10394,3	10633,3	10877,9	11128,1	11384	11645,9	11913,7	12187,7	12468,1
Odpisy		2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním		5 683	5 914	6 151	6 394	6 688	11 282	11 541	11 807	12 078	12 356	12 640	12 931	13 229	13 533	13 844	14 163	14 488	14 822	15 162	15 511
Zisk	-948	5 683	5 914	6 151	6 394	6 688	11 282	10 887	11 126	11 370	11 920	11 509	11 771	12 039	12 313	12 892	12 879	13 173	13 473	13 780	14 593
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	5 683	5 914	6 151	6 394	3 688	11 282	10 887	11 126	11 370	8 920	11 509	11 771	12 039	12 313	9 892	12 879	13 173	13 473	13 780	9 593
DCF	-45 178	4 872	4 695	4 521	4 351	2 324	6 583	5 882	5 566	5 267	3 825	4 571	4 328	4 099	3 881	2 887	3 481	3 296	3 122	2 956	1 906
Kumulované DCF	-45 178	-40 306	-35 611	-31 090	-26 738	-24 414	-17 831	-11 949	-6 384	-1 117	2 708	7 279	11 607	15 706	19 587	22 475	25 956	29 252	32 374	35 330	37 236

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	40 582,43	Kč
IRR	17,11	%
Návratnost	9,29	let

Příloha č.4/3 – Citlivostní analýza BPS - růst nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	373,24	393,27	413,75	135,27	822,85	844,78	867,21	890,16	614,20	937,65	962,21	987,35	1013,06	540,31
Tržby	18955,8	16512,2	16892	17280,5	17678	18084,6	18500,5	18926	19361,3	19806,7	20262,2	20728,2	21205	21692,7	22191,6	22702	23224,2	23758,3	24304,8	24863,8	25435,7
Náklady		8903,37	9108,15	9317,64	9531,94	9751,18	9975,46	10204,9	10439,6	10679,7	10925,3	11176,6	11433,7	11696,7	11965,7	12240,9	12522,4	12810,5	13105,1	13406,5	13714,9
Odpisy		2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním		3 222	3 397	3 576	3 759	3 993	8 525	8 721	8 922	9 127	9 337	9 552	9 771	9 996	10 226	10 461	10 702	10 948	11 200	11 457	11 721
Zisk	-948	3 222	3 397	3 576	3 759	3 993	8 525	8 348	8 528	8 713	9 202	8 729	8 927	9 129	9 336	9 847	9 764	9 986	10 212	10 444	11 180
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	3 222	3 397	3 576	3 759	993	8 525	8 348	8 528	8 713	6 202	8 729	8 927	9 129	9 336	6 847	9 764	9 986	10 212	10 444	6 180
DCF	-45 178	2 762	2 697	2 629	2 559	626	4 974	4 510	4 266	4 036	2 660	3 466	3 282	3 108	2 943	1 999	2 639	2 499	2 366	2 241	1 228
Kumulované DCF	-45 178	-42 416	-39 719	-37 090	-34 532	-33 906	-28 932	-24 421	-20 155	-16 119	-13 459	-9 993	-6 711	-3 603	-660	1 339	3 978	6 477	8 843	11 084	12 312

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	15 658,06	Kč
IRR	11,68	%
Návratnost	14,33	let

Příloha č.4/4 – Citlivostní analýza BPS - pokles nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	550,02	574,10	598,74	324,52	1016,46	1042,84	1069,82	1097,43	826,24	1154,57	1184,12	1214,36	1245,29	777,88
Tržby	18955,8	16512,2	16892	17280,5	17678	18084,6	18500,5	18926	19361,3	19806,7	20262,2	20728,2	21205	21692,7	22191,6	22702	23224,2	23758,3	24304,8	24863,8	25435,7
Náklady		7358,16	7527,4	7700,53	7877,64	8058,83	8244,18	8433,79	8627,77	8826,21	9029,21	9236,89	9449,33	9666,67	9889	10116,4	10349,1	10587,2	10830,7	11079,8	11334,6
Odpisy		2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním		4 767	4 978	5 193	5 414	5 686	10 256	10 492	10 734	10 980	11 233	11 491	11 756	12 026	12 303	12 586	12 875	13 171	13 474	13 784	14 101
Zisk	-948	4 767	4 978	5 193	5 414	5 686	10 256	9 942	10 159	10 382	10 908	10 475	10 713	10 956	11 205	11 759	11 720	11 987	12 260	12 539	13 323
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	4 767	4 978	5 193	5 414	2 686	10 256	9 942	10 159	10 382	7 908	10 475	10 713	10 956	11 205	8 759	11 720	11 987	12 260	12 539	8 323
DCF	-45 178	4 087	3 952	3 817	3 684	1 692	5 984	5 371	5 082	4 809	3 392	4 160	3 939	3 730	3 532	2 557	3 168	3 000	2 841	2 690	1 653
Kumulované DCF	-45 178	-41 091	-37 139	-33 322	-29 638	-27 945	-21 961	-16 589	-11 507	-6 698	-3 306	853	4 792	8 523	12 055	14 612	17 779	20 779	23 620	26 310	27 963

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	31 309,99	Kč
IRR	15,13	%
Návratnost	10,79	let

Příloha č.4/5 – Citlivostní analýza BPS - pokles tržeb o 10% a růst nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,04653	1,0706	1,09522	1,12041	1,14618	1,17254	1,19951	1,2271	1,25533	1,2842	1,31373	1,34395	1,37486	1,40648	1,43883	1,47193	1,50578	1,54041	1,57584
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	201,52	217,59	234,03	-48,58	634,77	652,37	670,38	688,80	408,21	726,92	746,64	766,81	787,45	309,51
Tržby	18955,8	15011,1	15356,4	15709,6	16070,9	16440,5	16818,7	17205,5	17601,2	18006,1	18420,2	18843,9	19277,3	19720,6	20174,2	20638,2	21112,9	21598,5	22095,3	22603,5	23123,3
Náklady		8903,37	9108,15	9317,64	9531,94	9751,18	9975,46	10204,9	10439,6	10679,7	10925,3	11176,6	11433,7	11696,7	11965,7	12240,9	12522,4	12810,5	13105,1	13406,5	13714,9
Odpisy		2468,53	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	4981,6	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43	1307,43
Zisk před zdaněním		1 721	1 862	2 005	2 152	2 349	6 843	7 001	7 162	7 326	7 495	7 667	7 844	8 024	8 209	8 397	8 590	8 788	8 990	9 197	9 408
Zisk	-948	1 721	1 862	2 005	2 152	2 349	6 843	6 799	6 944	7 092	7 543	7 032	7 191	7 354	7 520	7 989	7 864	8 041	8 223	8 409	9 099
Investiční výdaje	63 186					3 000					3 000					3 000					5 000
Splátka úvěru		4386,72	4386,72	4386,72	4386,72	4340															
Úrok	948	948	776	595	406	207															
CF	-45 178	1 721	1 862	2 005	2 152	-651	6 843	6 799	6 944	7 092	4 543	7 032	7 191	7 354	7 520	4 989	7 864	8 041	8 223	8 409	4 099
DCF	-45 178	1 476	1 478	1 474	1 465	-410	3 993	3 673	3 474	3 285	1 949	2 793	2 644	2 504	2 371	1 456	2 125	2 012	1 905	1 804	814
Kumulované DCF	-45 178	-43 703	-42 225	-40 751	-39 286	-39 696	-35 703	-32 030	-28 556	-25 271	-23 323	-20 530	-17 886	-15 382	-13 012	-11 555	-9 430	-7 418	-5 512	-3 708	-2 894

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	452,85	Kč
IRR	8,11	%
Návratnost	nesplatí se	let

Příloha č.5 – Výpočet návratnosti výroby z řepkového šrotu

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25208,96	25964,27	8771,15	27527,41	28336,04	29163,28	16036,14	30875,26	31760,90	32666,91	15627,95	34541,91	35511,88	36504,16
Tržby	918363	1140601	1166834	1193672	1221126	1249212	1277943,8	1307337	1337405	1368166	1399633	1431825	1464757	1498446	1532911	1568168	1604235	1641133	1678879	1717493	1756995
Náklady	853542,1	873173,6	893256,6	913801,5	934818,9	956319,72	978315,1	1000816	1023835	1047383	1071473	1096117	1121328	1147118	1173502	1200492	1228104	1256350	1285246	1314807	
Odpisy	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		167 725	174 327	181 081	187 991	195 059	202 291	209 688	217 255	224 997	237 965	360 352	368 640	377 119	385 792	394 666	403 743	413 029	422 529	432 247	442 189
Zisk	-45 918	167 725	174 327	181 081	187 991	195 059	202 291	184 479	191 291	216 226	210 438	332 016	339 477	361 083	354 917	362 905	371 076	397 401	387 987	396 735	405 684
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000				180 000			
Spátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	167 725	174 327	181 081	187 991	195 059	202 291	184 479	191 291	36 226	210 438	332 016	339 477	221 083	354 917	362 905	371 076	217 401	387 987	396 735	405 684
DCF	-964 281	143 797	138 387	133 100	127 944	122 921	118 035	99 668	95 693	16 780	90 253	131 848	124 825	75 270	111 885	105 928	100 290	54 404	89 901	85 119	80 592
Kumulované DCF	-964 281	-820 484	-682 097	-548 997	-421 054	-298 133	-180 098	-80 430	15 263	32 043	122 296	254 144	378 969	454 239	566 123	672 052	772 342	826 747	916 648	1 001 767	1 082 358

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	1 153 786,27	Kč
IRR	19,95%	
Návratnost	7,84	let

Příloha č.6/1 – Citlivostní analýza řepkový šrot - nárůst tržeb o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38257,48	39312,91	22426,81	41497,15	42627,09	43783,02	30992,13	46175,24	47412,78	48678,78	32008,10	51298,80	52654,18	54040,73
Tržby	918363	1254661	1283518	1313039	1343239	1374133	1405738,2	1438070	1471146	1504982	1539597	1575007	1611233	1648291	1686202	1724984	1764659	1805246	1846767	1889242	1932695
Náklady		853542,1	873173,6	893256,6	913801,5	934818,9	956319,72	978315,1	1000816	1023835	1047383	1071473	1096117	1121328	1147118	1173502	1200492	1228104	1256350	1285246	1314807
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		281 785	291 011	300 449	310 104	319 981	330 085	340 422	350 996	361 813	377 929	503 534	515 116	526 963	539 083	551 482	564 166	577 142	590 417	603 996	617 888
Zisk	-45 918	281 785	291 011	300 449	310 104	319 981	330 085	302 164	311 683	339 387	336 432	460 907	471 333	495 971	492 908	504 070	515 488	545 134	539 118	551 342	563 847
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000					180 000		
Spátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	281 785	291 011	300 449	310 104	319 981	330 085	302 164	311 683	159 387	336 432	460 907	471 333	355 971	492 908	504 070	515 488	365 134	539 118	551 342	563 847
DCF	-964 281	241 585	231 014	220 839	211 051	201 642	192 601	163 250	155 919	73 827	144 290	183 033	173 308	121 194	155 385	147 133	139 320	91 374	124 920	118 289	112 012
Kumulované DCF	-964 281	-722 696	-491 682	-270 844	-59 792	141 850	334 451	497 701	653 620	727 447	871 737	1 054 770	1 228 078	1 349 272	1 504 657	1 651 790	1 791 110	1 882 485	2 007 405	2 125 694	2 237 706

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	2 309 134,23	Kč
IRR	31,58	%
Návratnost	4,30	let

Příloha č.6/2 – Citlivostní analýza řepkový šrot - pokles tržeb o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,0705992	1,0952229	1,1204131	1,1461826	1,1725448	1,1995133	1,2271021	1,2553255	1,2841979	1,313734	1,3439504	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,0705992	1,0952229	1,1204131	1,1461826	1,1725448	1,1995133	1,2271021	1,2553255	1,2841979	1,313734	1,3439504	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13346,66	13829,14	-3643,08	14827,64	15344,18	15872,61	2439,78	16966,19	17531,92	18110,66	736,91	19308,38	19927,97	20561,82
Tržby	918363	1036910	1060759	1085156	1110114,6	1135647,2	1161767,1	1188487,8	1215823	1243786,9	1272394	1301659,1	1331597	1362224	1393555	1425607	1458396	1491939	1526254	1561357	1597269
Náklady		853542,1	873173,6	893256,56	913801,46	934818,89	956319,72	978315,08	1000816,3	1023835,1	1047383,3	1071473,1	1096117	1121327,7	1147118	1173502	1200492	1228104	1256350	1285246	1314807
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		64 034	68 251	72 566	76 980	81 495	86 114	90 839	95 673	100 618	110 726	230 186	235 480	240 896	246 437	252 105	257 903	263 835	269 903	276 111	282 462
Zisk	-45 918	64 034	68 251	72 566	76 980	81 495	86 114	77 492	81 844	104 261	95 898	214 842	219 608	238 456	229 471	234 573	239 793	263 098	250 595	256 183	261 900
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000				180 000			
Splátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,56	119333,56	119333,56	119333,56	119333,56	119333,56	119333,56	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	64 034	68 251	72 566	76 980	81 495	86 114	77 492	81 844	-75 739	95 898	214 842	219 608	98 456	229 471	234 573	239 793	83 098	250 595	256 183	261 900
DCF	-964 281	54 899	54 180	53 338	52 391	51 356	50 247	41 867	40 942	-35 082	41 129	85 317	80 749	33 521	72 339	68 470	64 809	20 795	58 066	54 964	52 028
Kumulované DCF	-964 281	-909 382	-855 202	-801 864	-749 473	-698 118	-647 871	-606 004	-565 062	-600 143	-559 014	-473 698	-392 948	-359 428	-287 089	-218 619	-153 811	-133 016	-74 950	-19 986	32 042
Discount	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	103 469,95	Kč
IRR	9,13	%
Návratnost	19,38	

Příloha č.6/3 – Citlivostní analýza řepkový šrot - růst nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15444,39	15975,12	-1447,75	17073,47	17641,67	18222,93	4844,17	19425,88	20048,18	20684,79	3370,25	22002,28	22683,84	23381,07
Tržby	918363	1140601	1166834	1193672	1221126	1249212	1277943,8	1307337	1337405	1368166	1399633	1431825	1464757	1498446	1532911	1568168	1604235	1641133	1678879	1717493	1756995
Náklady		938896,3	960490,9	982582,2	1005182	1028301	1051951,7	1076147	1100898	1126219	1152122	1178620	1205729	1233460	1261830	1290852	1320542	1350914	1381985	1413771	1446288
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		82 371	87 010	91 756	96 611	101 578	106 659	111 856	117 174	122 613	133 227	253 205	259 028	264 986	271 081	277 315	283 694	290 219	296 894	303 722	310 708
Zisk	-45 918	82 371	87 010	91 756	96 611	101 578	106 659	96 412	101 199	124 061	116 154	235 563	240 805	260 142	251 655	257 267	263 009	286 848	274 891	281 038	287 327
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000					180 000		
Spátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	82 371	87 010	91 756	96 611	101 578	106 659	96 412	101 199	-55 939	116 154	235 563	240 805	120 142	251 655	257 267	263 009	106 848	274 891	281 038	287 327
DCF	-964 281	70 620	69 071	67 443	65 752	64 011	62 234	52 088	50 625	-25 911	49 816	93 545	88 544	40 904	79 332	75 094	71 083	26 739	63 696	60 296	57 079
Kumulované DCF	-964 281	-893 662	-824 590	-757 147	-691 395	-627 384	-565 150	-513 061	-462 437	-488 347	-438 531	-344 986	-256 442	-215 539	-136 207	-61 113	9 970	36 709	100 405	160 701	217 780

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	289 208,33	Kč
IRR	11,10	%
Návratnost	15,86	let

Příloha č.6/4 – Citlivostní analýza řepkový šrot - pokles nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,070599	1,095223	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,227102	1,255325	1,284198	1,313734	1,34395	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměřená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34085,83	35045,31	18061,06	37030,98	38058,20	39109,04	26210,66	41283,80	42408,83	43559,74	26771,32	45941,58	47173,74	48434,24
Tržby	918363	1140601	1166834	1193672	1221126	1249212	1277943,8	1307337	1337405	1368166	1399633	1431825	1464757	1498446	1532911	1568168	1604235	1641133	1678879	1717493	1756995
Náklady		775947,4	793794,1	812051,4	830728,6	849835,4	869381,57	889377,3	909833	930759,2	952166,6	974066,5	996470	1019389	1042835	1066820	1091357	1116458	1142137	1168406	1195279
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		245 320	253 707	262 287	271 064	280 043	289 229	298 626	308 239	318 073	333 182	457 758	468 287	479 058	490 076	501 348	512 879	524 675	536 742	549 087	561 716
Zisk	-45 918	245 320	253 707	262 287	271 064	280 043	289 229	264 540	273 193	300 012	296 151	419 700	429 178	452 847	448 792	458 939	469 319	497 903	490 801	501 914	513 282
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000					180 000		
Spátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	119333,6	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	245 320	253 707	262 287	271 064	280 043	289 229	264 540	273 193	120 012	296 151	419 700	429 178	312 847	448 792	458 939	469 319	317 903	490 801	501 914	513 282
DCF	-964 281	210 322	201 401	192 789	184 482	176 475	168 762	142 923	136 665	55 589	127 014	166 669	157 808	106 512	141 478	133 960	126 842	79 555	113 724	107 685	101 966
Kumulované DCF	-964 281	-753 959	-552 559	-359 770	-175 288	1 186	169 948	312 871	449 536	505 124	632 138	798 807	956 615	1 063 127	1 204 605	1 338 565	1 465 407	1 544 962	1 658 687	1 766 372	1 868 338

Discont	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	1 939 766,22	Kč
IRR	27,85	%
Návratnost	4,99	let

Příloha č.6/5 – Citlivostní analýza řepkový šrot - pokles tržeb o 10% a růst nákladů o 10%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nárůst tržeb	2,30%	1,023	1,046529	1,0705992	1,0952229	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,2271021	1,2553255	1,2841979	1,3137345	1,3439504	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Nárůst nákladů	2,30%	1,023	1,046529	1,0705992	1,0952229	1,120413	1,1461826	1,172545	1,199513	1,2271021	1,2553255	1,2841979	1,3137345	1,3439504	1,374861	1,406483	1,438832	1,471925	1,50578	1,540413	1,575842
Sazba daně	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%	19,00%
Vyměňená daň	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3582,10	3839,99	-13861,98	4373,71	4649,81	4932,26	-8752,19	5516,80	5819,19	6128,54	-11520,80	6768,74	7099,93	7438,74
Tržby	918363	1036910	1060759	1085156	1110114,6	1135647	1161767,1	1188488	1215823	1243786,9	1272394	1301659,1	1331597,2	1362224	1393555	1425607	1458396	1491939	1526254	1561357	1597269
Náklady		938896,3	960490,9	982582,21	1005181,6	1028301	1051951,7	1076147	1100898	1126218,6	1152121,6	1178620,4	1205728,7	1233460,5	1261830	1290852	1320542	1350914	1381985	1413771	1446288
Odpisy		76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452	76452
Zisk před zdaněním		-21 320	-19 066	-16 760	-14 401	-11 987	-9 518	-6 992	-4 409	-1 765	5 988	123 039	125 869	128 763	131 725	134 755	137 854	141 025	144 268	147 586	150 981
Zisk	-45 918	-21 320	-19 066	-16 760	-14 401	-11 987	-9 518	-10 574	-8 249	12 097	1 614	118 389	120 936	137 516	126 208	128 936	131 726	152 546	137 500	140 487	143 542
Investiční výdaje	1 836 726									180 000				140 000				180 000			
Splátka úvěru		119333,6	119333,6	119333,56	119333,56	119333,6	119333,56	119333,6	119333,6	119333,56	114284,6										
Úrok	45918	45918	42247	38393	34346	30096	25634	20950	16031	10866	5442										
CF	-964 281	-21 320	-19 066	-16 760	-14 401	-11 987	-9 518	-10 574	-8 249	-167 903	1 614	118 389	120 936	-2 484	126 208	128 936	131 726	-27 454	137 500	140 487	143 542
DCF	-964 281	-18 279	-15 135	-12 319	-9 801	-7 554	-5 554	-5 713	-4 126	-77 772	692	47 014	44 468	-846	39 786	37 635	35 601	-6 870	31 860	30 141	28 515
Kumulované DCF	-964 281	-982 560	-997 695	-1 010 014	-1 019 815	-1 027 369	-1 032 922	-1 038 635	-1 042 762	-1 120 533	-1 119 841	-1 072 827	-1 028 359	-1 029 205	-989 419	-951 784	-916 183	-923 053	-891 193	-861 052	-832 536

Discount	1,080	1,166	1,260	1,360	1,469	1,587	1,714	1,851	1,999	2,159	2,332	2,518	2,720	2,937	3,172	3,426	3,700	3,996	4,316	4,661	5,034
Cena peněz	8%																				

NPV	-761 107,99	Kč
IRR	-1,39	%
Návratnost	nesplátí se	let