KONCEPČNÍ, TECHNICKÁ A PORADENSKÁ ČINNOST

Buzulucká 4, 160 00 Praha 6

VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY

2006

KONCEPČNÍ, TECHNICKÁ A PORADENSKÁ ČINNOST

Buzulucká 4, 160 00 Praha 6

Název publikace: **VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY**

Evidenční číslo: **222 004 6107**

Vypracoval: **Ing. Evžen Přibyl**

Ředitel: **Ing. Václav Šrámek**

Datum: **říjen 2006**

OBSAH

1. ÚVOD 4
2. PROCESY ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z BIOMASY 5
2. 1 Procesy termické 5
2. 2 Procesy biotechnologické 6
2. 3 Procesy využitelné pro výrobu el. energie z biomasy 7
3. PŘEHLED ZAŘÍZENÍ VHODNÝCH PRO VÝROBU ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY 8
3. 1 Základní rozdělení zařízení dle principu činnosti 8
3. 2 Základní komponenty nutné pro výrobu el. energie z biomasy 9
3. 2. 1 Zařízení pro akumulaci, úpravu a dopravu biomasy 9
3. 2. 2 Zařízení pro výrobu el. energie a tepla 9
4. PODMÍNKY PRO MOŽNOST VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY 14
5. TECHNICKO – EKONOMICKÁ ANALÝZA VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY 16
5. 1 Určení elektrické a tepelné účinnosti zdroje 16
5. 2 Dosažitelné úrovně elektrické a tepelné účinnosti zdroje 18
5. 3 Měrné investiční a provozní náklady na jednotlivé komponenty zdroje 19
5. 4 Ostatní vstupní údaje pro ekonomické hodnocení 21
5. 5 Ekonomické hodnocení výroby elektrické energie z biomasy 23
6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ 37

1. ÚVOD

CHARAKTERISTIKA PRODUKTU

Pro dosažení národního indikativního cíle ve výrobě tzv. „zelené elektřiny“ ve výši 8% hrubé domácí spotřeby el. energie v ČR v roce 2010 je nutno maximálně podpořit informovanost potenciálních výrobců el.energie z biomasy.

V současné době je v ČR biomasa využívána především spalováním pro výrobu tepla. Využití biomasy k výrobě el. energie nebo v kombinovaném cyklu k výrobě el. energie a tepla je zatím prováděno v několika velkých elektrárenských nebo teplárenských zdrojích, kde se biomasa spaluje ve směsi s uhlím a několika teplárenských zdrojích nízkých výkonů pracujících ne bázi plynové kogenerační jednotky nebo systému ORC.

CÍL PRODUKTU

Cílem produktu je informovat další potenciální zájemce o možnostech výroby el. energie nebo kombinované výroby el. energie a tepla z biomasy ve smyslu doporučení vhodných druhů biomasy pro výrobu energie, druhů zařízení a způsobu jejich provozu pro dosažení co nejvyššího množství vyrobené energie současně s dosažením příznivého ekonomického hodnocení výroby energie.

2. PROCESY ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE Z BIOMASY

Pro získávání energie z biomasy (rostlinného i živočišného původu) se nabízejí dvě hlavní možnosti lišící se nejen povahou konverzního procesu, nýbrž i technologickým zařízením, cenou, provozními náklady a ekologickými vlivy :

- **procesy termické**
- **procesy biotechnologické**

2. 1 Procesy termické

Jsou realizovány třemi základními způsoby :

- spalováním
- zplyňováním
- rychlou pyrolýzou

Spalování

Spalování biomasy má nejnižší investiční i provozní náklady, výrazně zřetelné zvláště u kapacitně menších jednotek. Další výhodou těchto procesů je i jednoduchost a poměrně snadné udržení provozní bezpečnosti.

Nevýhodou spalování je možnost výroby el. energie pouze pomocí tepelných cyklů s nižší úrovní konverze energie biomasy na energii elektrickou (Rankinův nebo Stirlingův cyklus).

Důsledkem toho je nejvyšší měrná produkce CO2 (vztažená na množství vyrobené el. energie) ze všech metod výroby el. energie z biomasy.

V případě využití Rankinova cyklu může být výroba elektřiny ekonomicky přijatelná pouze u dostatečně velkých zdrojů tepla s vysokými parametry páry pro pohon parní turbiny.

Zplyňování

Jedná se výrobu dřevoplynu z biomasy v generátoru při nižších teplotách (pevné lože) nebo při vyšších teplotách (fluidní lože), přičemž jako okysličovadlem je vzduch. Při použití ke zplyňování navíc vodní páry je dosaženo podstatného zvýšení výhřevnosti dřevoplynu.

Výhodou je přímá produkce elektřiny z dřevoplynu v motorgenerátorech (Ottův cyklus) za současné možnosti využívání odpadního tepla (kogenerace). Nevýhodou je i zde poměrně vysoká měrná produkce CO2, i když nižší úrovně než u spalovacích procesů.

Rychlá pyrolýza

Na rozdíl od zplyňování s delší dobou prodlevy biomasy v reaktoru, je u rychlé pyrolýzy doba setrvání velmi krátká (vývoj par těkavých látek) následovaná rychlým ochlazením se vznikem tzv. biooleje o podstatně vyšší výhřevnosti než dřevoplyn

2. 2 Procesy biotechnologické

Jsou realizovány dvěma základními způsoby :

- anaerobní digescí
- ethanolovou fermentací

Anaerobní digesce

Výroba metanem bohatého plynu (bioplyn) ve fermentačních reaktorech z biologicky rozložitelných druhů biomasy (zelené rostliny) vhodný pro přímou produkci elektřiny v motorgenerátorech (Ottův cyklus) za současné možnosti využívání odpadních tepel (kogenerace). Fermentační tuhé zbytky přitom umožňují produkovat vysoce hodnotný kompost pro další zušlechťování zemědělských půd.

Z ekologického hlediska tento proces představuje :

nízkou měrnou produkci CO2

snížení spotřeby syntetických hnojiv s další vysokou úsporou emisí CO2 i SO2

Ethanolová fermentace

Náročná moderní technologie schopná konvertovat biomasu na ethanol jako ušlechtilé a ekologicky výhodné palivo. Procesy alkoholové fermentace lze dále kombinovat s anaerobní digescí procesních odpadů, což přináší další podíl ušlechtilé energie v podobě získaného bioplynu.

2. 3 Procesy využitelné pro výrobu el. energie z biomasy

Protože produkty rychlé pyrolýzy a etanolové fermentace jsou a budou využívány téměř výhradně pro pohon vozidel, jsou dále v pro výrobu el. energie z biomasy analyzovány pouze metody využitelné ve stacionárních zdrojích el. energie založené na :

spalování

zplyňování

anaerobní digesci

3. PŘEHLED ZAŘÍZENÍ VHODNÝCH PRO VÝROBU ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY

3. 1 Základní rozdělení zařízení dle principu činnosti

Elektrickou energii lze z biomasy vyrábět buď v elektrárnách (jen výroba el. energie) nebo teplárnách (kombinovaná výroba el. energie a tepla). Z celospolečenského hlediska má kombinovaná výroba el. energie a tepla vždy přednost před monovýrobou el. energie a tepla vzhledem k cca až 40% snížení spotřeby paliva a tím i emisí.

Zařízení vhodná pro výrobu elektrické energie (elektrárny) nebo pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla (teplárny) z biomasy pracují na principu vhodného tepelného oběhu.

Pro výběr vhodného zařízení pro výrobu el. energie je zcela zásadní zda biomasa bude spalována nebo zplyňována.

Spalování biomasy

V případě spalování biomasy je možno pro výrobu el. energie použít Rankinova cyklu (RC) resp. organického Rankinova cyklu (ORC) nebo Stirlingova cyklu (SC).

Rankinův cyklus je nejběžnějším způsobem výroby el. energie spalováním jakéhokoliv paliva a je provozován celosvětově již přes sto let ve všech tepelných elektrárnách a teplárnách.

Organický Rankinův cyklus místo vody používá jako pracovní medium vhodnou organickou substanci umožňující provoz již při nižších teplotách zdroje tepla s relativně příznivou elektrickou účinností – původně byl vyvinut pro využití průmyslového odpadního tepla pro výrobu el. energie.

Stirlingův cyklus probíhá v teplovzdušném motoru pracujícím s dvěma izochorickými a dvěma izotermickými změnami pracovního media (obvykle helium). Aplikace Stirlingova cyklu je možná i v případě nižších až velmi nízkých výkonů což lze využít i v malých decentrálních autonomních zdrojích el. energie. Zařízení pracující na principu Stirlingova cyklu nejsou však ještě běžně komerčně dostupná, v ČR je vyvíjí např. TEDOM Hořovice.

Zplyňování biomasy

V případě zplyňování nebo fermentace (výroba dřevoplynu nebo bioplynu) je možno využít Ottova cyklu (OC).

Dřevoplyn vyrobený zplyňováním v sesuvném nebo fluidním generátoru má velmi nízkou výhřevnost (cca 4 – 7 MJ/Nm3) a vysoký obsah dusíku a dehtu, při zplyňování pomocí vodní páry je však dosaženo výhřevnosti plynu až 15MJ/Nm3.

Bioplyn vyrobený fermentací má podstatně vyšší výhřevnost (19 – 22 MJ/Nm3).

3. 2 Základní komponenty nutné pro výrobu el. energie z biomasy

3. 2. 1 Zařízení pro akumulaci, úpravu a dopravu biomasy

Komponenty

a/ krytý nebo nekrytý sklad biomasy

b/ mezisklady s úpravou a dopravou biomasy do kotle, zplyňovače nebo fermentoru

Dodavatel úpravy a dopravy biomasy

Strojírna Sedlice, a. s., Sedlice u Blatné

3. 2. 2 Zařízení pro výrobu el. energie a tepla

Rankinův cyklus (RC)

Komponenty

a/ parní kotel s příslušenstvím (násypka, odvod tuhých zbytků z roštu, odprášení spalin, komín)

b/ úpravna vody a napájecí nádrž

c/ soustrojí s parní protitlakou nebo kondenzační odběrovou turbínou (s odpojitelnou kondenzací)

Dodavatelé

Parní kotel

Vzhledem k požadavku výroby el. energie je nutno instalovat kotel (kotle) pro dodávku přehřáté páry o co nejvyšším tlaku a teplotě. To je možno zajistit pouze u kotlů vyšších výkonů – cca od 5t/h. Tyto parní kotle dodávají např. :

- BRESSON Kolín
- SEA CZ Kolín
- CLAUHAN Brno

Soustrojí s parní turbínou nebo parním motorem

Pro nižší tlaky a teploty páry je možno využít tzv. točivých redukcí (jednokolová parní turbína) dodávaných společností G- TEAM Plzeň, nebo parních motorů dodávaných společností POLYCOMP Poděbrady. Elektrická účinnost těchto zařízení je však velmi nízká, obvykle se pohybuje v rozsahu 4 – 6%.

Pro dosažení vyšší el. účinnosti je nutno kromě parního kotle s vysokými parametry páry instalovat vícestupňovou turbínu od dodavatelů (pro el. výkony cca 0,5 – 3 MW)

- G- TEAM Plzeň
- PBS Velká Bíteš

Pro vyšší el. výkony soustrojí než 3 MW od dodavatelů

- ALSTOM Brno
- EKOL Brno

Organický Rankinův cyklus (ORC)

Komponenty

a/ kotel na spalování biomasy s teplonosným mediem olejem a příslušenstvím (násypka, odvod tuhých zbytků z roštu, odprášení spalin, komín)

b/ komplet ORC (výparník silikonového oleje a soustrojí s protitlakou turbínou na páry silikonového oleje a rekuperátor)

Dodavatelé

Komerčně je v současné době dostupný pouze systém (odvozený od ORC kompletu TURBODEN vyvinutý v Itálii), tento systém používá kotel na spalování biomasy s teplonosným mediem olejem, který je ohříván na 350°C a dodává teplo do okruhu ORC (zpětná teplota 250°C). Vlastní okruh ORC, který používá jako pracovní látku silikonový olej je dodáván pouze v teplárenském provedení s dodávkou tepla pro teplovodní systém 80/60°C. Elektrická účinnost v tomto provedení je na úrovni cca 14%.

Uvedená ORC dodávají v ČR v rozsahu el. výkonu 0,3 – 1,0 MW :

- TTS Třebíč
- KOTLE-MONT Praha
- SCHIESTL Dolní Břežany

Ottův cyklus (OC)

Komponenty

a/ zplyňovací generátor

b/ plynová kogenerační jednotka

Dodavatelé

Výroba dřevoplynu

a/ pro zplyňování kusového dřeva nabízí dodávku kompletního zdroje (zplyňovače včetně plynové kogenerační jednotky) společnost BOSS Bučovice v rozsahu el. výkonů 30 – 300 kWe s el. účinností cca 18%. Uvedená společnost má již s provozem těchto kompletů určité zkušenosti ohledně rozsahu druhu použitého paliva a způsobu provozu.

b/ pro zplyňování dřevní štěpky nebo slámy nabízí dodávku zplyňovacího generátoru

- Kolínské strojírny a.s., Kolín
- ATEKO Hradec Králové

k datu zpracování tohoto produktu však nebyla zatím realizována žádná dodávka

c/ výroba dřevoplynu pomocí vodní páry

je instalována ve dvou demonstračních zařízeních v Rakousku v Güssingu a Vídeňském Novém Městě, místo výhřevnosti dřevoplynu jen kolem 5 MJ/m^3 a vysokého obsahu dusíku je dosaženo výhřevnosti až 15 MJ/m^3 a obsahu dusíku pod 3 % (dehtu pod 0,8 g/m^3), elektrická účinnost v tomto případě dosahuje 25%

Výroba bioplynu

Kompletní bioplynové stanice včetně plynové kogenerační jednotky dodávají např. :

- BIOGAS TECHNOLOGY Pardubice
- BIOPROFIT Lišov
- REENERGY Světlá nad Sázavou

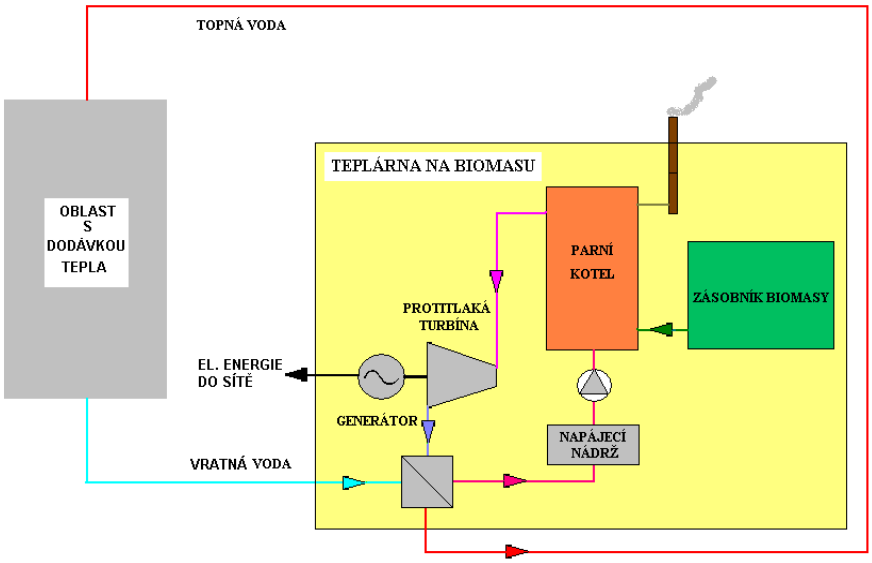
V případě výroby bioplynu je výroba el. energie a tepla v plynové kogenerační jednotce porovnávána s množstvím fermentované biomasy, u které však není udána výhřevnost, ale výtěžnost tvorby bioplynu. Výtěžnost tvorby bioplynu závisí na druhu biologicky rozložitelné biomasy a na obsahu sušiny. V následující tabulce jsou udány průměrné hodnoty měrného výtěžku bioplynu již přepočtené na celkovou hmotnost biomasy (t) respektující uvedený běžný rozsah obsahu sušiny.

druh biomasy	fermentace	obsah sušiny	měrný výtěžek bioplynu
		(hmot. %)	(Nm3/t)
prasečí kejda	mokrá	max. 12	36
hovězí kejda	mokrá	max. 12	25
zelené rostliny	suchá	20 - 60	110 - 140

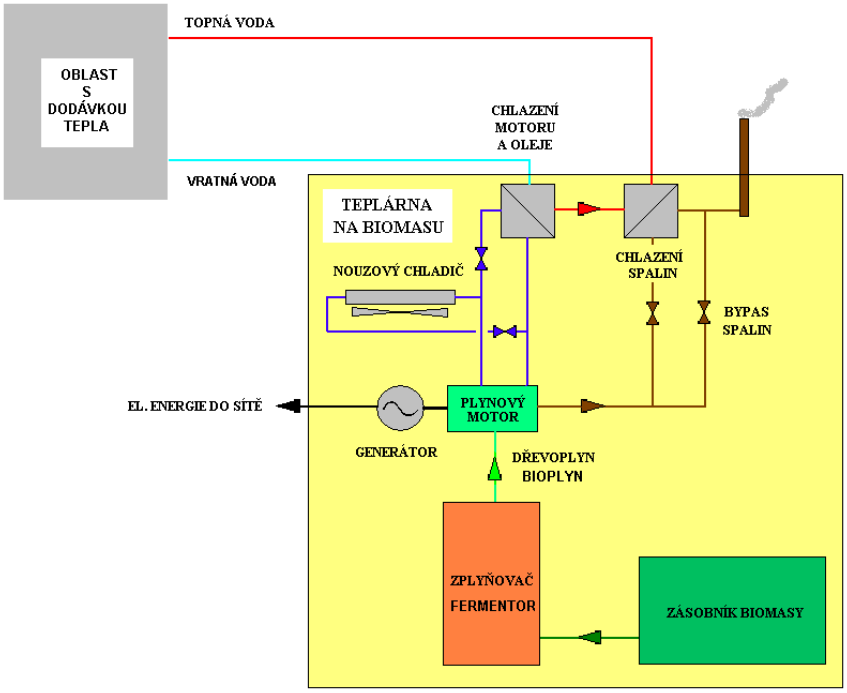
d/ dodavatelé kogeneračních jednotek pro využití dřevoplynu i bioplynu

- JENBACHER Rakousko, zastoupené v ČR společností KLOR s.r.o. Praha
- MOTORGAS Praha
- TEDOM Třebíč

SCHEMA VÝROBY EL. ENERGIE A TEPLA Z BIOMASY SOUSTROJÍM S PROTITLAKOU TURBÍNOU



SCHEMA VÝROBY EL. ENERGIE A TEPLA Z BIOMASY KOGENERAČNÍ JEDNOTKOU



4. PODMÍNKY PRO MOŽNOST VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY

Pro energetické využití biomasy je nutno zajistit podmínky pro dodávku biomasy a odběr vyrobené energie.

Z celospolečenského hlediska je nutno preferovat kombinovanou výrobu tepla a el. energie (kogeneraci), která proti oddělené výrobě el. energie a tepla vykazuje podstatně nižší spotřebu paliva a tím i nižší tvorbu emisí.

Zatímco vyvedení el. výkonu nově budovaného zdroje není obvykle problémem (dostatečně hustá el. síť), celoroční využití vyrobeného tepla je obvykle limitujícím faktorem možnosti provozování kogeneračního zdroje. Dodávka tepla (obvykle pro vytápění a přípravu TUV) je během roku značně nerovnoměrná, důsledkem toho je nízké roční využití tepelného výkonu zdroje což má rozhodující vliv na ekonomii provozu zdroje.

<u>Dodávka biomasy</u>

- kontinuální dodávka během roku je vhodnější než jednorázová vyžadující velké akumulační prostory
- kontrola kvality biomasy (především vlhkosti) při dodávce s určenou redukcí ceny při nedodržení vlhkosti
- jasně sjednané výkupní podmínky biomasy mezi dodavatelem a odběratelem
- v některých případech je vhodnější větší počet dodavatelů pro případ problémů s dodávkou biomasy u jednotlivých dodavatelů
- dostatečně dimenzované a okolí neobtěžující příjezdové komunikace na skládku biomasy
- volné plochy pro dostatečnou zásobu biomasy

<u>Odběr vyrobené energie</u>

- dodávku el. energie do sítě je nutno projednat s lokálním distributorem
- el. výkon zdroje a jeho jištění musí respektovat zkratové poměry el. sítě do které bude dodávána vyrobená el. energie

- max. požadovaný tepelný výkon pro spotřebu tepla v lokalitě zdroje určuje jmenovitý tepelný a (podle výše el. účinnosti) i elektrický výkon zdroje
- ekonomicky nejvhodnější je dodávka tepla do základního zatížení stávající soustavy využití tepla – stávající zdroj CZT však nesmí být kogenerační (dodává již teplo do CZT v základním zatížení)
- při dodávce vyrobeného tepla do stávající soustavy CZT musí parametry tepla respektovat soustavu – to může být nevýhodné z hlediska účinnosti výroby energie
- nově vybudovaná soustava CZT je investičně náročná a tím negativně ovlivní ekonomii provozu zdroje pro výrobu energie z biomasy

5. TECHNICKO – EKONOMICKÁ ANALÝZA VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY

5. 1 Určení elektrické a tepelné účinnosti zdroje

Pro možnost porovnání jednotlivých druhů ve zdrojích pro výrobu el. energie z biomasy dle zařízení v nich instalovaných je nutno definovat pojem elektrické a tepelné účinnosti zdroje v konkrétních provozních podmínkách.

Definice elektrické účinnosti zdroje

Elektrická účinnost zdroje **ηel** je definována jako poměr el. svorkového výkonu zdroje a energetického příkonu zdroje v biomase

$$\eta el = 100 \,.\, Ne / (Hu \,.\, m) \qquad (\%)$$

kde :

Ne	elektrický svorkový výkon	(MW)
Hu	výhřevnost biomasy	(MJ/kg)
m	množství biomasy	(kg/s)

Elektrická účinnost zdroje je ovlivněna

- účinností parního kotle
- parametry páry vstupující do a vystupující z turbíny
- termodynamickou účinností turbíny
- účinností zplyňovacího generátoru (výkon v dřevoplynu ku příkonu v biomase) nebo fermentoru (výtěžnost plynu pro jednotlivé druhy fermentované biomasy)
- výhřevností dřevoplynu nebo bioplynu
- termodynamickou účinností plynového motoru

Definice tepelné účinnosti zdroje

Tepelná účinnost zdroje **ηt** je definována jako poměr tepelného výkonu zdroje a energetického příkonu zdroje v biomase

$\eta t = 100 \cdot Qt / (Hu \cdot m)$ (%)

kde :

Qt	tepelný výkon zdroje	(MW)
Hu	výhřevnost biomasy	(MJ/kg)
m	množství biomasy	(kg/s)

1/ V případě, že zdroj je koncipován jako elektrárna, tzn. pro výrobu jen el. energie je celková účinnost zdroje rovna el. účinnosti (tepelná účinnost je nulová).

2/ V případě, že zdroj je koncipován jako teplárna, tzn. pro kombinovanou výrobu el. energie a tepla je celková účinnost zdroje rovna součtu el. účinnosti a tepelné účinnosti zdroje

V této souvislosti je nutno upozornit, že :

- u zdroje pracujícího na principu Rankinova cyklu se elektrická účinnost při snižování parametrů páry z výstupu turbíny zvyšuje a současně tepelná účinnost snižuje
- u zdroje pracujícího na principu Ottova cyklu je elektrická účinnost dána termodynamickou účinností plynového motoru a tepelná účinnost je dána stupněm využití vyrobeného odpadního tepla, nižší využití tepelného výkonu (jeho vypouštěním bez využití do okolí) nemá tedy vliv na zvyšování elektrické účinnosti

5. 2 Dosažitelné úrovně elektrické a tepelné účinnosti zdroje

Zdroj na principu Rankinova cyklu

druh zařízení pro výrobu el. energie	druh zdroje	el. výkon zdroje	parametry páry z kotle	**elektrická účinnost**	**tepelná účinnost**
		(kW)		**(%)**	**(%)**
parní motory	teplárna	30 – 200	nízké	**5**	**75**
točivé redukce	teplárna	150 – 400	nízké	**5**	**75**
vícestupňové turbíny	teplárna	500 - 3000	střední	**10**	**75**
	elektrárna	do 10000	vysoké	**22**	**0**
	elektrárna	nad 10000	vysoké	**30**	**0**

Účinnosti v předchozí tabulce platí pro následující parametry páry

parametry páry	vstupní do turbíny z kotle	výstupní teplárna	výstupní elektrárna
		protitlak	kondenzace
nízké	1,0 – 1,5 MPa, 200 - 240°C,	0,2 – 0,3 MPa	-
střední	2,5 – 3,0 MPa, 300 - 400°C	0,2 – 0,3 MPa	0,04 MPa
vysoké	4,5 – 5,0 MPa, 480 - 510°C	0,2 – 0,3 MPa	0,02 MPa

Zdroj na principu Organického Rankinova cyklu

Pro unifikované provedení zařízení dodávaného v ČR i v Evropě, tzn. pro elektrický výkon 1 MWe a dodávku tepla při teplotách 80/60°C platí :

- **elektrická účinnost zdroje cca 15 %**
- **tepelná účinnost zdroje cca 70 %**

Zdroj na principu Ottova cyklu

druh zařízení pro výrobu plynu	el. výkon zdroje	druh biomasy	**elektrická účinnost**	**tepelná účinnost**
	(kW)		**(%)**	**(%)**
generátor dřevoplynu, vzduch	30 – 150 *	kusová	**18**	**30**
generátor dřevoplynu, pára	2000 **	štěpka	**25**	**56**
fermentace na bioplyn	100 - 1000	biologicky rozložitelný odpad	**30**	**30 *** **

* platí pro dodavatele BOSS Bučovice

** platí pro instalaci v Gussingu (Rakousko)

*** respektuje zpětnou spotřebu 40% vyrobeného tepla pro vyhřívání fermentoru

5. 3 Měrné investiční a provozní náklady na jednotlivé komponenty zdroje

Rankinův cyklus

Měrné investiční náklady

1/ skládka biomasy

včetně zařízení pro úpravu a dopravu do kotle 1 mil. Kč/MWt

2/ parní kotelna

včetně příslušenství (úpravna vody, odprášení spalin) 5 mil. Kč / MWt

3/ turbosoustrojí

včetně příslušenství	malé výkony	23 mil. Kč/MWe
	střední výkony	20 mil. Kč/MWe
	vysoké výkony	15 mil. Kč/MWe

4/ suché chladiče kondenzátoru 3,0 mil. Kč/MWe

5/ ostatní

(vyvedení elektrického a tepelného výkonu, stavební úpravy)

10% celkových předchozích investic

Měrné provozní náklady kromě paliva

(mzdové, opravy a údržba, vlastní spotřeba el. energie) 300 Kč/MWhe

Organický Rankinův cyklus

1/ skládka biomasy

včetně zařízení pro úpravu a dopravu do kotle 1 mil. Kč/MWt

2/ kompletní zařízení ORC

včetně příslušenství (úpravna vody, odprášení spalin) 90 mil. Kč / MWe

Ottův cyklus

Měrné investiční náklady

1/ skládka biomasy

včetně úpravy a dopravy do zplynění nebo fermentace 1 mil. Kč/MWt

2/ zplyňovací generátor a kogenerační jednotka

včetně příslušenství

pro kusovou biomasu (BOSS Bučovice, zplynění vzduchem) 60 mil. Kč/MWe

pro drobnou biomasu (Gussing, zplynění parou) 150 mil. Kč/MWe

3/ bioplynová stanice 70 mil. Kč/MWe

(fermentor včetně příslušenství, kogenerační jednotka)

4/ ostatní

(vyvedení elektrického a tepelného výkonu, stavební úpravy)

6% celkových předchozích investic

Měrné provozní náklady kromě paliva

(mzdové, opravy a údržba, vlastní spotřeba el. energie) 500 Kč/MWhe

5. 4 Ostatní vstupní údaje pro ekonomické hodnocení

V ekonomickém hodnocení jsou respektovány stávající platné výkupní ceny el. energie vyrobené z biomasy dle cenového rozhodnutí ERÚ č.10/2005 ze dne 18.11.2005 (v kategorii biomasy O2) tzn.:

- při spalování vedlejších produktů při těžbě dřeva, odpadu při úpravě lesů, vedlejších produktů rostlinné výroby 2600 Kč/MWhe
- bioplyn vyrobený v bioplynových stanicích 2980 Kč/MWhe

V rámci ekonomického hodnocení je provedena analýza citlivosti na změnu těchto vstupních podmínek :

- cenu biomasy
- výkupních cen tepla
- časové využití jmenovitého instalovaného elektrického a tepelného výkonu zdroje
- investiční náklady na výstavbu zdroje

Cena biomasy

Citlivost je analyzována pro dvě ceny biomasy respektující reálný rozsah stávajících obvyklých cen biomasy vhodné pro spalování nebo zplyňování, 100 Kč/GJ a 150 Kč/GJ.

Pro fermentaci (výroba bioplynu) je ovšem nutno uvažovat cenu biomasy vyšší, pro tzv. „suchou“ fermentaci zelených rostlin je uvažována cena biomasy 400 Kč/t a 600 Kč/t s plynovou výtěžností 130 Nm3/t, tomu při výhřevnosti bioplynu 22 MJ/Nm3 odpovídá 2,9 GJ/t biomasy.

Výkupní cena tepla

Citlivost je analyzována pro dvě výkupní ceny tepla (na patě zdroje) 200 Kč/GJ a 300 Kč/GJ, tyto ceny respektují další možný nárůst ceny za dodávku tepla od zdroje ke konečnému spotřebiteli tepla

Časové využití jmenovitého výkonu zdroje

Citlivost je analyzována pro několik úrovní možného současného využití jmenovitého elektrického i tepelného výkonu zdroje především dle charakteru odběru tepla protože dodávka el. energie do sítě není prakticky kapacitně omezena. Potenciální dodávka tepla ze zdroje je uvažována především pro vytápění a přípravu TUV. V případě, že tepelný výkon zdroje by byl dimenzován na max. tepelný příkon pro vytápění a TUV bylo by jeho roční využití cca 2000 h/r, v případě, že by tepelný výkon zdroje byl dimenzován na nižší výkon bylo by jeho roční využití vyšší. Roční využití jmenovitého elektrického výkonu zdroje je nezávislé na využití tepelného výkonu, neboť zdroj je možno provozovat na jmenovitý výkon i v době sníženého (nebo nulového) požadavku na dodávku tepla – přebytečné teplo je mařeno bez využití. Max. využití el. výkonu lze uvažovat cca 8000 h/r (s respektováním nejnutnějších odstávek zdroje pro plánovanou údržbu a opravy)

Na základě uvedeného rozboru jsou navrženy tyto kombinace ročního využití jmenovitého el. a tep. výkonu zdroje (h/r) :

2000 / 2000	využití elektrického i tepelného výkonu je stejné (při tepelném výkonu zdroje rovném max. příkonu pro vytápění a TUV)
4000 / 2000	využití elektrického výkonu je 2x vyšší než tepelného výkonu
6000 / 2000	využití elektrického výkonu je 3x vyšší než tepelného výkonu
8000 / 2000	využití elektrického výkonu je 4x vyšší než tepelného výkonu
4000 / 4000	využití elektrického i tepelného výkonu je stejné (při tepelném výkonu zdroje nižším než je max. příkon pro vytápění a TUV)
8000 / 4000	využití elektrického výkonu je 2x vyšší než tepelného výkonu (při tepelném výkonu zdroje nižším než je max. příkon pro vytápění a TUV)

* u zdrojů pracujících na principu kondenzačního Rankinova cyklu (el. účinnost 22% nebo 30%) je pochopitelně využití tepelného výkonu nulové.

Investiční náklady na výstavbu zdroje

Citlivost je analyzována pro dvě úrovně změny investičních nákladů, 70% a 130% navržených investičních nákladů

5. 5 Ekonomické hodnocení výroby elektrické energie z biomasy

Ekonomické hodnocení výroby elektrické energie z biomasy je pro možnost porovnání jednotlivých způsobů provedeno :

- pro spotřebu biomasy ve výši 1t/h a její výhřevnosti 10GJ/t tzn. pro energetický vstup v palivu 10GJ/h (2,78 MW)
- pro výrobu bioplynu je spotřeba biomasy také 1 t/h, je však specifikována výtěžnost plynu ve výši 2,9 GJ/t (platí pro 130 m3/t plynu a výhřevnost plynu 22 MJ/m3)

Ekonomické hodnocení je provedeno pro vstupní údaje specifikované v odst. 5.2 – 5.4, hodnotícím kriteriem je kumulovaný cash – flow (CF) po 20 letech provozu zdroje v milionech Kč. Ekonomické hodnocení formou citlivostní analýzy cash-flow na změně vstupních podmínek je provedeno pro možnost vzájemného porovnání souhrnně ve dvou skupinách :

- pro zdroje na principu Rankinova a organického Rankinova cyklu (RC a ORC)
- pro zdroje na principu Ottova cyklu (OC)

Pro obě skupiny zdrojů jsou na dalších dvou stranách uvedeny dvě výpočetní tabulky pro ilustraci se zadanými a vypočtenými hodnotami pro následující vstupní hodnoty:

- cenu biomasy 100 Kč/GJ
- cenu tepla 200 Kč/GJ
- investiční náklady stanovené dle odst. 5.3
- ročního využití jmenovitého el. a tep. výkonu zdroje 8000 / 2000 h/r

Za výpočetními tabulkami jsou přiloženy tabulky a grafy s výsledky citlivostní analýzy na změnu výše uvedených vstupních hodnot.

RC a ORC - Výroba el. energie z biomasy 10 GJ/h

		RC protitlak	RC protitlak	ORC protitlak	RC kondenz.	RC kondenz.
el. účinnost	**(%)**	**5**	**10**	**15**	**22**	**30**
cena biomasy	(Kč/GJ)	100	100	100	100	100
výhřevnost biomasy	(GJ/t)	10	10	10	10	10
cena el. energie	(Kč/MWh)	2600	2600	2600	2600	2601
cena tepla	(Kč/GJ)	200	200	200	200	200
využití el. výkonu	(hod/rok)	8000	8000	8000	8000	8000
využití tep.výkonu	(hod/rok)	2000	2000	2000	0	0
elektrický výkon	**(MW)**	**0,14**	**0,28**	**0,42**	**0,61**	**0,83**
tepelný výkon	**(MW)**	**2,22**	**2,09**	**1,95**	**0,00**	**0,00**
výroba el. energie	(MWh/r)	1112	2224	3336	4892,8	6672
výroba tepla	(GJ/r)	16013	15012	14011	0	0
tržby za el. en.	(mil. Kč/r)	2,89	5,78	8,67	12,72	17,35
tržby za teplo	(mil. Kč/r)	3,20	3,00	2,80	0,00	0,00
tržby celkem	**(mil. Kč/r)**	**6,09**	**8,78**	**11,48**	**12,72**	**17,35**
spotřeba paliva	(t/r)	8000	8000	8000	8000	8000
náklady na palivo	(mil. Kč/r)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
ostatní náklady	(mil. Kč/r)	0,33	0,67	1,00	1,47	2,00
náklady celkem	(mil. Kč/r)	**8,33**	**8,67**	**9,00**	**9,47**	**10,00**
hrubý zisk	**(mil. Kč/r)**	**-2,24**	**0,12**	**2,48**	**3,25**	**7,35**
investiční náklady	**(mil.Kč)**	**22,2**	**24,8**	**41,3**	**18,2**	**23,7**
prostá návratnost	**(roky)**	**-9,9**	**211,1**	**16,7**	**5,6**	**3,2**
CF po 20 letech	**(mil. Kč)**	**-67**	**-22**	**8**	**47**	**123**

OC – Výroba el. energie z biomasy 10 GJ/h

		dřevoplyn vzduch	dřevoplyn pára	bioplyn
el. účinnost	**(%)**	**18**	**25**	**30**
cena biomasy	(Kč/GJ)	100	100	
	(Kč/t)			400
výhřevnost biomasy	(GJ/t)	10	10	
plynová výtěžnost	(GJ/t)			2,9
cena el. energie	(Kč/MWh)	2600	2600	2980
cena tepla	(Kč/GJ)	200	200	200
využití el. výkonu	(hod/rok)	8000	8000	8000
využití tep.výkonu	(hod/rok)	2000	2000	2000
elektrický výkon	**(MW)**	**0,50**	**0,70**	**0,24**
tepelný výkon	**(MW)**	**0,83**	**1,56**	**0,24**
výroba el. energie	(MWh/r)	4003	5560	1933
výroba tepla	(GJ/r)	6005	11209	1740
tržby za el. en.	(mil. Kč/r)	10,41	14,46	5,76
tržby za teplo	(mil. Kč/r)	1,20	2,24	0,35
tržby celkem	**(mil. Kč/r)**	**11,61**	**16,70**	**6,11**
spotřeba paliva	(t/r)	8000	8000	8000
náklady na palivo	(mil. Kč/r)	8,00	8,00	3,20
ostatní náklady	(mil. Kč/r)	2,00	2,78	0,97
náklady celkem	(mil. Kč/r)	**10,00**	**10,78**	**4,17**
hrubý zisk	**(mil. Kč/r)**	**1,61**	**5,92**	**1,94**
investiční náklady	**(mil.Kč)**	**33,0**	**114,7**	**18,6**
prostá návratnost	**(roky)**	**20,5**	**19,4**	**9,6**
CF po 20 letech	**(mil. Kč)**	**-1**	**4**	**20**

RC a ORC – citlivost na cenu biomasy a tepla

IN 100%, cena biomasy 100 Kč/GJ, cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	15	21	13	-2	13
4000/2000	-13	6	11	14	50
6000/2000	-40	-8	10	31	87
8000/2000	-67	-22	8	47	123
4000/4000	51	66	71	14	50
8000/4000	-3	38	64	47	123

IN 100%, cena biomasy 100 Kč/GJ, cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	47	51	41	-2	13
4000/2000	19	36	39	14	50
6000/2000	-8	22	38	31	87
8000/2000	-35	8	36	47	123
4000/4000	115	126	123	14	50
8000/4000	61	98	120	47	123

IN 100%, cena biomasy 150 Kč/GJ, cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	-5	1	-7	-22	-7
4000/2000	-53	-34	-29	-26	10
6000/2000	-100	-68	-51	-29	27
8000/2000	-147	-102	-72	-33	43
4000/4000	11	26	27	-26	10
8000/4000	-83	-42	-16	-33	43

IN 100%, cena biomasy 150 Kč/GJ, cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	27	31	21	-22	-7
4000/2000	-21	-4	-1	-26	10
6000/2000	-68	-38	-23	-29	27
8000/2000	-115	-72	-44	-33	43
4000/4000	75	86	84	-26	10
8000/4000	-19	18	40	-33	43

RC a ORC – citlivost na investiční náklady

IN 70%, cena biomasy 100 Kč/GJ, cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	53	58	54	4	20
4000/2000	26	44	52	20	57
6000/2000	-1	29	50	36	94
8000/2000	-28	15	49	52	130
4000/4000	122	134	136	20	57
8000/4000	68	105	133	52	130

IN 70%, cena biomasy 150 Kč/GJ, cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	1	8	6	-16	0
4000/2000	-46	-26	-16	-20	17
6000/2000	-93	-61	-38	-24	34
8000/2000	-140	-95	-59	-28	50
4000/4000	18	34	40	-20	17
8000/4000	-76	-35	-3	-28	50

IN 130%, cena biomasy 100 Kč/GJ, cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	40	43	29	-7	6
4000/2000	13	29	27	9	43
6000/2000	-14	15	25	25	80
8000/2000	-42	0	24	41	116
4000/4000	109	119	111	9	43
8000/4000	54	90	108	41	116

IN 130%, cena biomasy 150 Kč/GJ, cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)				
	elektrická účinnost (%)				
(h/r)	5	10	15	22	30
2000/2000	-12	-7	-19	-27	-14
4000/2000	-59	-41	-41	-31	3
6000/2000	-106	-76	-63	-35	20
8000/2000	-154	-110	-84	-39	36
4000/4000	5	19	15	-31	3
8000/4000	-90	-50	-28	-39	36

OC – citlivost na cenu biomasy a tepla

IN 100%, cena biomasy 100 Kč/GJ (400Kč/t), cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-7	-51	-4
4000/2000	-5	-33	4
6000/2000	-3	-15	12
8000/2000	-1	4	20
4000/4000	19	12	11
8000/4000	23	49	27

IN 100%, cena biomasy 100 Kč/GJ (400 Kč/t), cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	5	-29	0
4000/2000	7	-11	8
6000/2000	9	8	16
8000/2000	11	26	24
4000/4000	43	57	18
8000/4000	47	93	34

IN 100%, cena biomasy 150 Kč/GJ (600Kč/t), cena tepla 200 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-27	-71	-12
4000/2000	-45	-73	-12
6000/2000	-63	-75	-12
8000/2000	-81	-76	-12
4000/4000	-21	-28	-5
8000/4000	-57	-31	-5

IN 100%, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-15	-49	-8
4000/2000	-33	-51	-8
6000/2000	-51	-52	-8
8000/2000	-69	-54	-8
4000/4000	3	17	2
8000/4000	-33	13	2

OC – citlivost na investiční náklady

IN 70%, cena biomasy 100 Kč/GJ (400Kč/t), cena tepla 300 Kč/GJ

využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	15	5	5
4000/2000	17	24	13
6000/2000	19	42	21
8000/2000	21	61	29
4000/4000	53	91	24
8000/4000	57	128	40

IN 70%, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), cena tepla 200 Kč/GJ

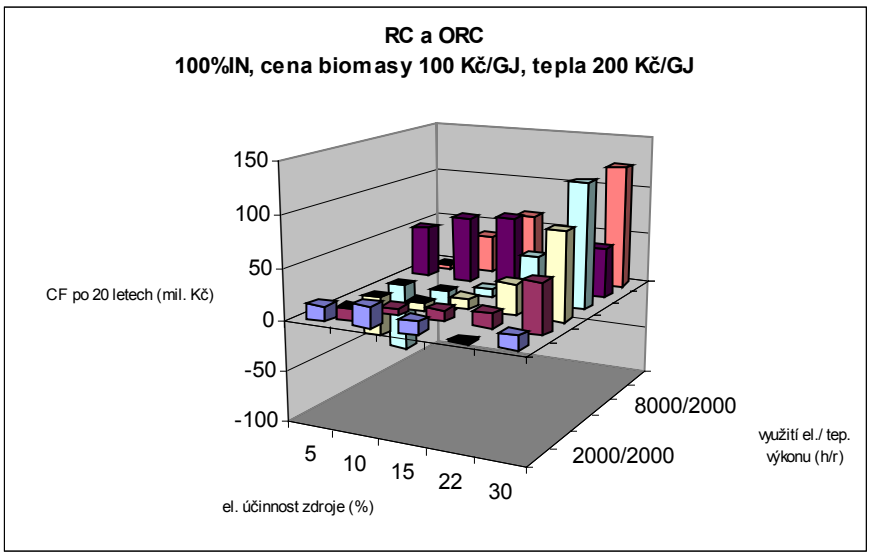
využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-17	-37	-6
4000/2000	-35	-39	-6
6000/2000	-53	-40	-6
8000/2000	-71	-42	-6
4000/4000	-11	6	1
8000/4000	-47	3	1

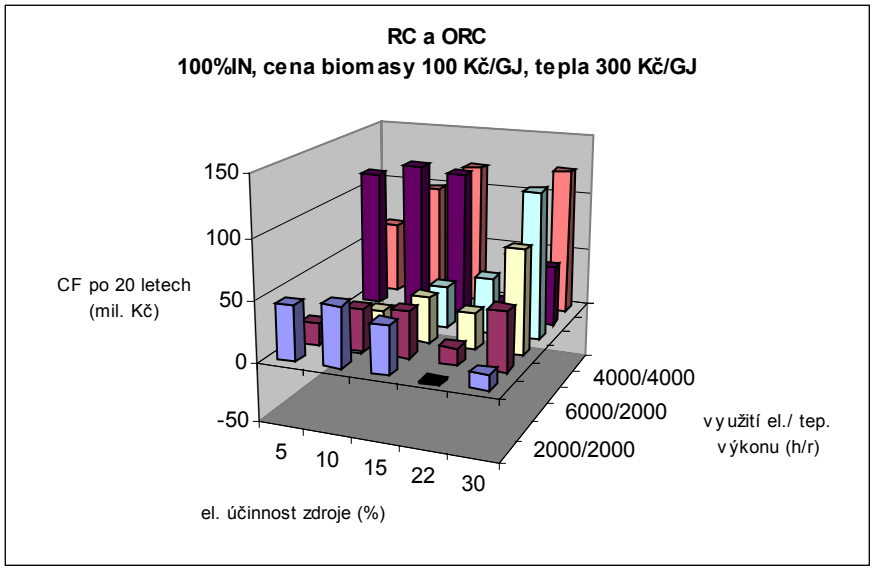
IN 130%, cena biomasy 100 Kč/GJ (400Kč/t), cena tepla 300 Kč/GJ

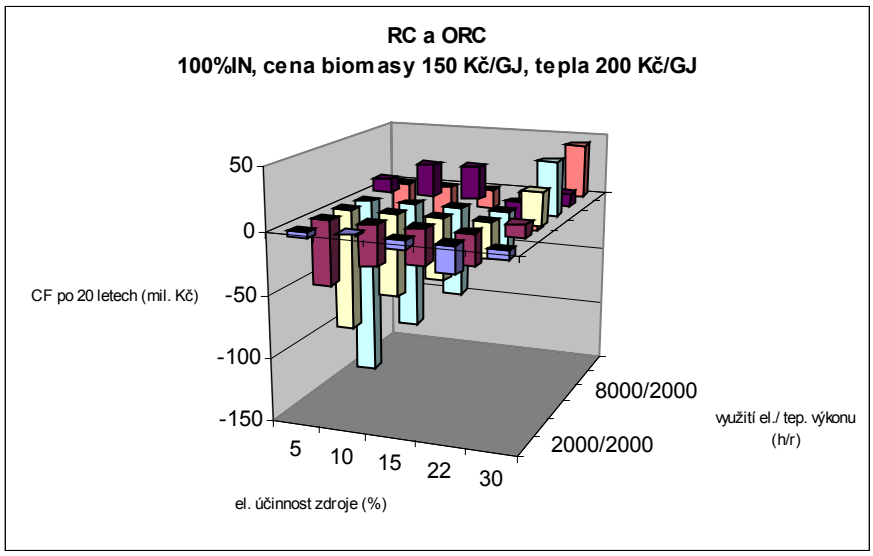
využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-5	-63	-6
4000/2000	-3	-45	2
6000/2000	-1	-27	10
8000/2000	1	-8	18
4000/4000	33	22	13
8000/4000	37	59	29

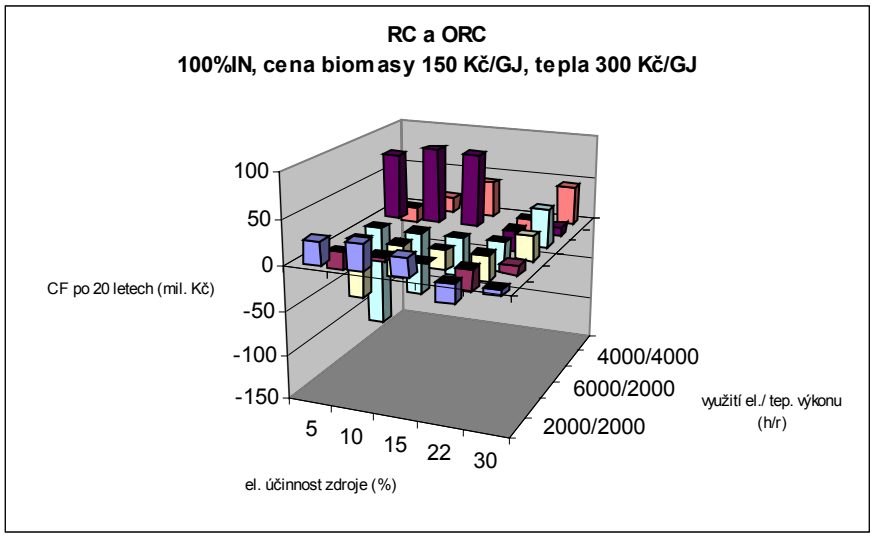
IN 130%, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), cena tepla 200 Kč/GJ

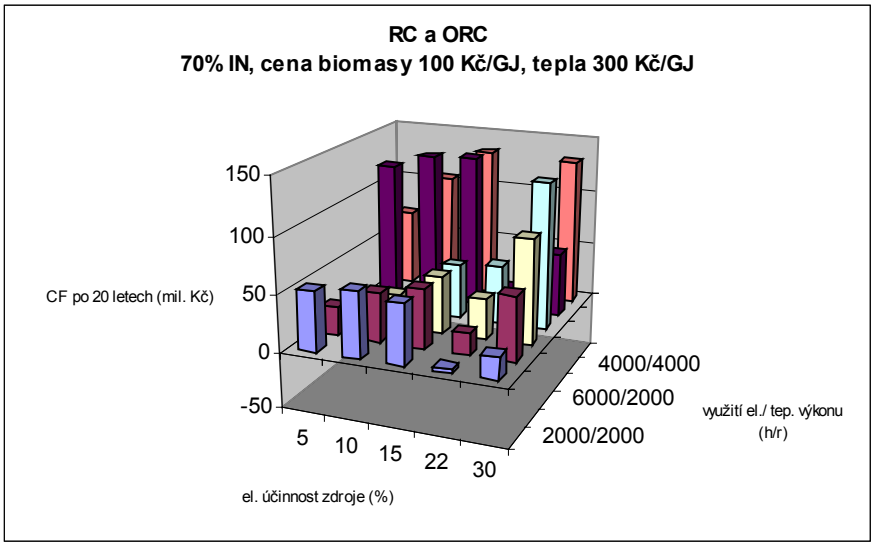
využití el. / tep. výkonu	CF po 20 letech (mil. Kč)		
	elektrická účinnost (%)		
(h/r)	18	25	30
2000/2000	-37	-106	-17
4000/2000	-55	-107	-17
6000/2000	-73	-109	-17
8000/2000	-91	-111	-17
4000/4000	-31	-63	-10
8000/4000	-67	-66	-10

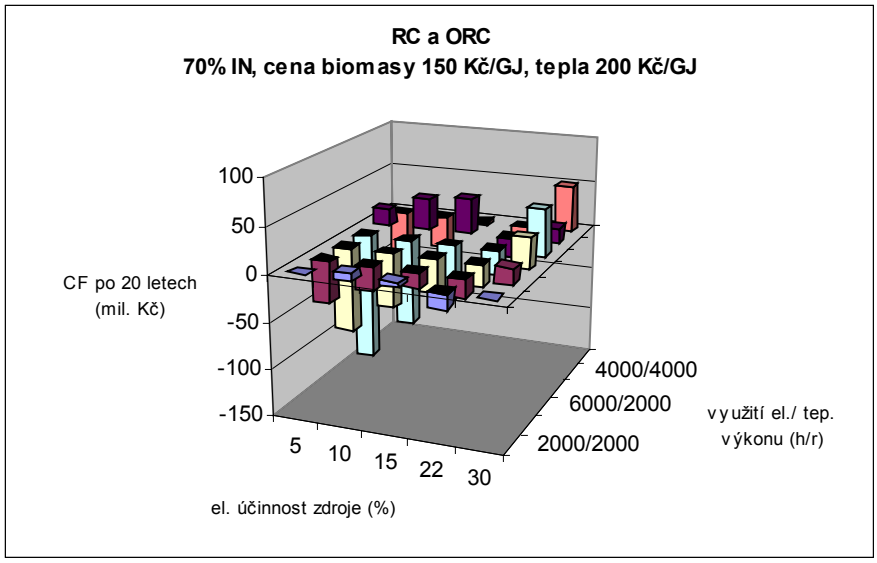

RC a ORC
100%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ, tepla 200 Kč/GJ
150
100
50
0
-50
-100
CF po 20 letech (mil. Kč)
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
8000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)

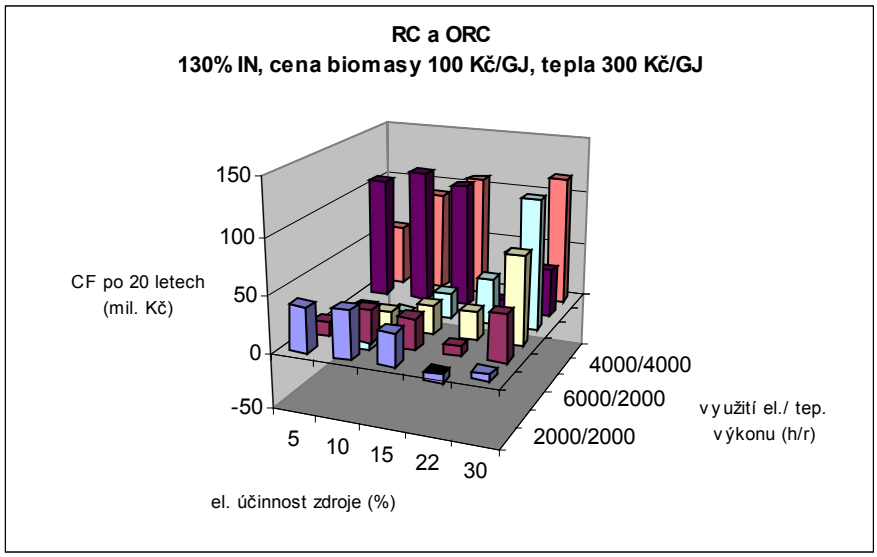

RC a ORC
100%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ, tepla 300 Kč/GJ
150
100
50
0
-50
CF po 20 letech (mil. Kč)
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)

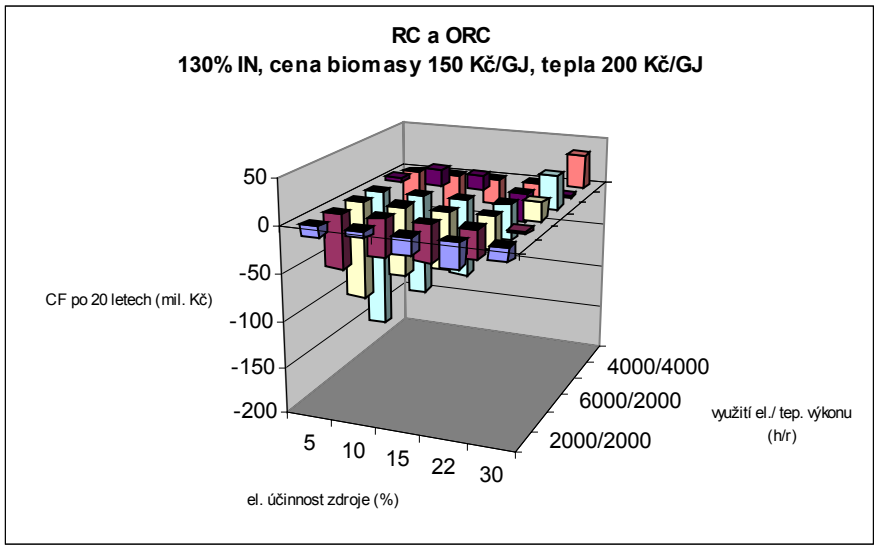

RC a ORC
100%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ, tepla 200 Kč/GJ
50
0
-50
-100
-150
CF po 20 letech (mil. Kč)
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
8000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)


RC a ORC
100%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ, tepla 300 Kč/GJ
CF po 20 letech (mil. Kč)
100
50
0
-50
-100
-150
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)

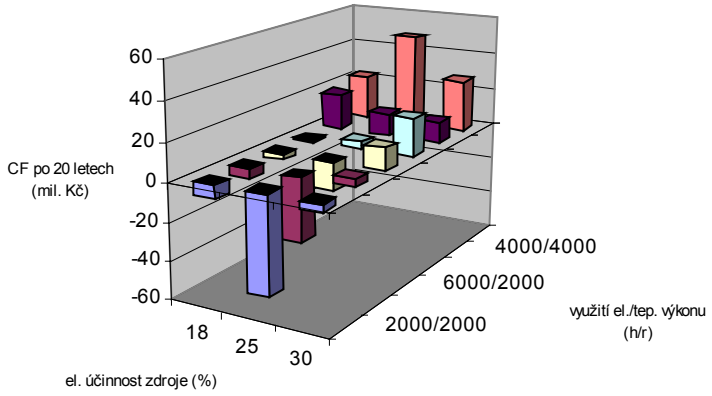

RC a ORC
70% IN, cena biomasy 100 Kč/GJ, tepla 300 Kč/GJ
CF po 20 letech (mil. Kč)
150
100
50
0
-50
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)


RC a ORC
70% IN, cena biomasy 150 Kč/GJ, tepla 200 Kč/GJ
CF po 20 letech (mil. Kč)
100
50
0
-50
-100
-150
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)

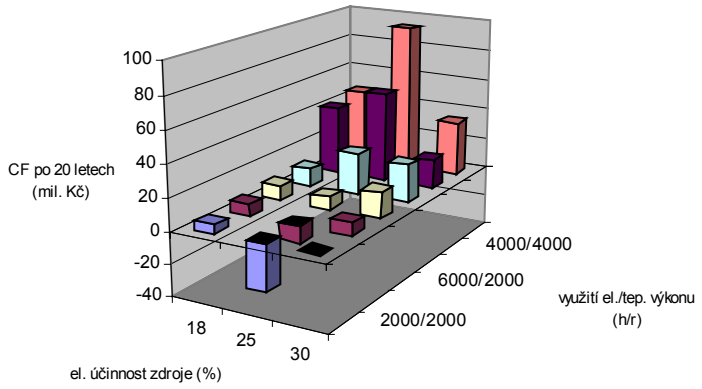

RC a ORC
130% IN, cena biomasy 100 Kč/GJ, tepla 300 Kč/GJ
150
100
50
0
-50
CF po 20 letech (mil. Kč)
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)


RC a ORC
130% IN, cena biomasy 150 Kč/GJ, tepla 200 Kč/GJ
50
0
-50
-100
-150
-200
CF po 20 letech (mil. Kč)
5
10
15
22
30
el. účinnost zdroje (%)
4000/4000
6000/2000
2000/2000
využití el./ tep. výkonu (h/r)

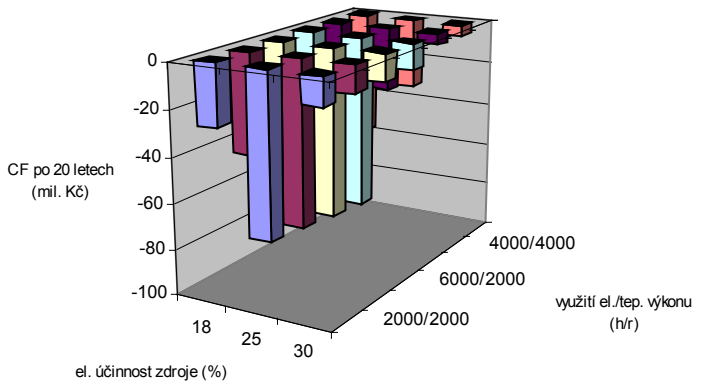
OC
100%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ (400 Kč/t), tepla 200 Kč/GJ



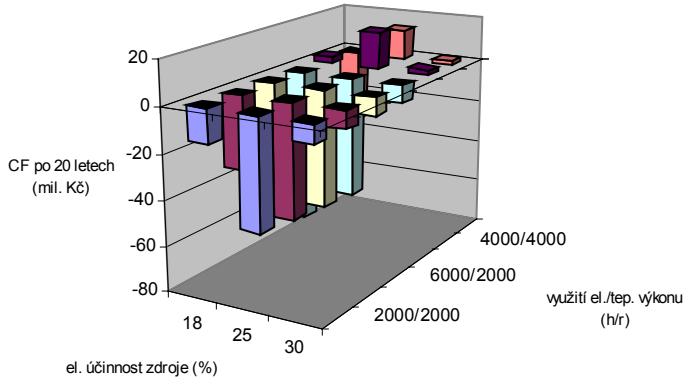
OC
100%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ (400 Kč/t), tepla 300 Kč/GJ



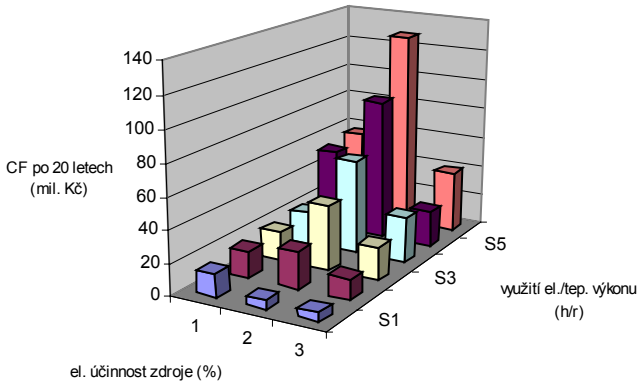
OC
100%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), tepla 200 Kč/GJ



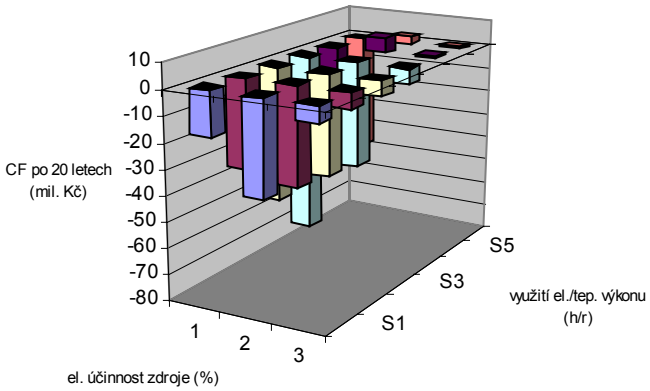
OC
100%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), tepla 300 Kč/GJ

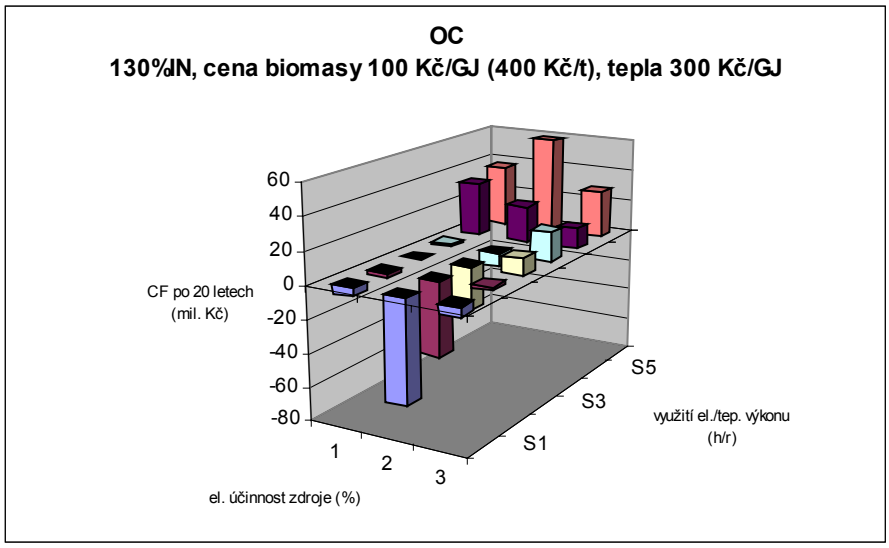


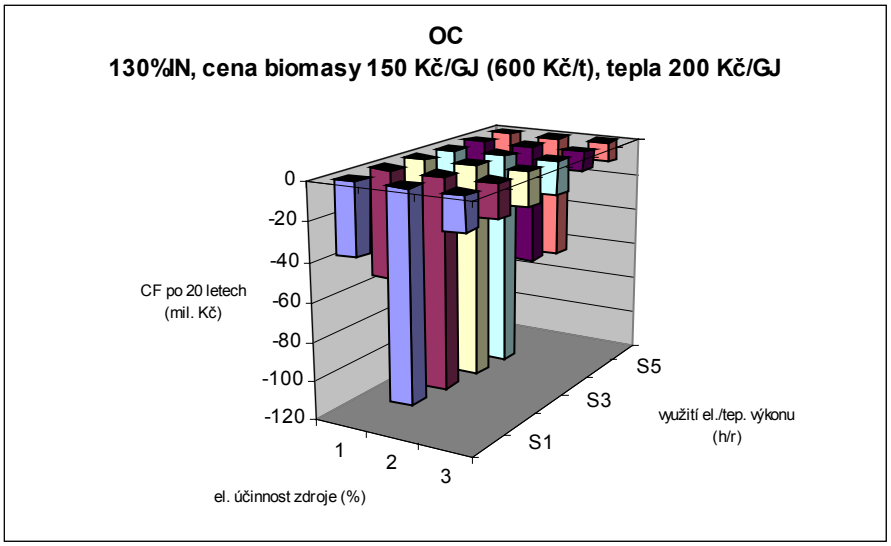
OC
70%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ (400 Kč/t), tepla 300 Kč/GJ



OC
70%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), tepla 200 Kč/GJ




OC
130%IN, cena biomasy 100 Kč/GJ (400 Kč/t), tepla 300 Kč/GJ
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
CF po 20 letech
(mil. Kč)
1
2
3
el. účinnost zdroje (%)
S1
S3
S5
využití el./tep. výkonu
(h/r)


OC
130%IN, cena biomasy 150 Kč/GJ (600 Kč/t), tepla 200 Kč/GJ
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
CF po 20 letech
(mil. Kč)
1
2
3
el. účinnost zdroje (%)
S1
S3
S5
využití el./tep. výkonu
(h/r)

Shrnutí výsledků ekonomického hodnocení

Pro zlepšení vizuální orientace ve výsledcích citlivostní analýzy v předchozích tabulkách jsou kladné hodnoty cash-flow zobrazeny se světle zeleným probarvením, nejvyšší hodnoty cash-flow se sytým zeleným probarvením.

Jak je patrné z výsledků citlivostní analýzy v předcházejících tabulkách (a grafech v příloze), je pro dané „vnější“ podmínky, tj. cenu biomasy a cenu prodávaného tepla výše kumulovaného cash-flow velmi silně závislá na ročním časovém využití instalovaného elektrického a tepelného výkonu. Průběh této závislosti je navíc odlišný pro různé typy zařízení s odpovídající výší elektrické účinnosti.

Výše kumulovaného cash-flow je nejvíce citlivá na cenu biomasy a dále na cenu prodávaného tepla. Z vypočtených hodnot cash-flow je evidentní, že již pro cenu biomasy 150 Kč/GJ jsou i při ceně tepla 300 Kč/GJ v převážné míře hodnoty cash-flow záporné. Kladných, avšak nízkých, hodnot dosahuje cash-flow, při ceně biomasy 150 Kč/GJ, pouze v případě elektrárny pracující na principu RC s vysokou el. účinností 30%, nebo v případě vysokého ročního využití tepelného výkonu což je ve většině případů značně problematické (nutná existence místního odběratele vyššího tepelného výkonu).

Pokud tedy není k dispozici biomasa za max. cenu cca 100Kč/GJ je ekonomické hodnocení výroby el. energie zcela nepříznivé a výstavbu zařízení na energetické využití biomasy nelze doporučit.

Je nutno upozornit, že RC elektrárna s vysokou el. účinností 30%, která vykazuje v případě vyšší ceny biomasy nejvyšší hodnoty cash-flow je z ekologického hlediska nevhodná pro nízké využití energie v biomase (většina energie je odváděna z kondenzačního cyklu bez využití do okolí). Hodnoty cash-flow však příliš nepřevyšují vstupní investiční náklady, jedná se tedy o relativně nízké zhodnocení investic. Navíc je nutno zdůraznit, že vysokou účinnost elektrárny je možno zajistit pouze při vysokých výkonech (cca 10MWe a více) s odpovídajícím požadavkem na vysoké množství spotřebované biomasy.

Při porovnání výsledků je dále evidentní, že zdroje el. energie a tepla pracující na RC nebo ORC principu dosahují pro stejné provozní podmínky podstatně vyšších hodnot cash-flow než zdroje na OC principu.

6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Uvedená zpráva analyzuje nutné podmínky a vhodná, komerčně dostupná, zařízení pro výrobu energie z biomasy, tak, aby bylo dosaženo co nejvyšší ekologické a ekonomické výhodnosti.

Z celospolečenského hlediska je nutno preferovat kombinovanou výrobu tepla a el. energie (kogeneraci). Zatímco vyvedení el. výkonu u nově budovaného zdroje není obvykle problémem (dostatečně hustá el. síť), celoroční využití vyrobeného tepla je obvykle limitujícím faktorem možnosti provozování kogeneračního zdroje. Problémem je navíc obvyklý požadavek na dodávku tepla pro vytápění a přípravu TUV, tzn. značně nerovnoměrná poptávka po teple během roku, důsledkem je nízké roční využití tepelného výkonu zdroje a tím zhoršení ekonomie provozu zdroje.

Kogenerační zdroje užívající jako palivo biomasu by tedy měly být koncipovány především na principu Ottova cyklu (plynové kogenerační jednotky) které mají příznivější poměr elektrického a tepelného výkonu než zdroje pracující na Rankinově principu (parní kotle a parní turbosoustrojí). Tím k požadovanému el. výkonu produkují nižší tepelný výkon, který je možno obvykle lépe využít. Nevýhodou je ovšem nutnost použití zařízení na výrobu dřevoplynu nebo bioplynu, která jsou obvykle dražší a provozně nákladnější což se projevuje v méně příznivém ekonomickém hodnocení jejich provozu (viz dále uvedené závěry hodnocení).

Aby bylo možno výsledky hodnocení různých druhů zařízení popsaných v tomto produktu vzájemně porovnávat je hodnocení provedeno pro daný jednotný energetický příkon v biomase, pro 1t biomasy o výhřevnosti 10 GJ/t za hodinu. Pro výrobu bioplynu je také uvažována dodávka 1t biomasy za hodinu, není však specifikována výhřevnost, ale výtěžnost bioplynu 2,9 GJ/t (platí pro výtěžnost plynu 130 m3/t a výhřevnost bioplynu 22 MJ/m3).

Ekonomické hodnocení s citlivostní analýzou je provedeno pro různá zařízení s různou úrovní elektrické účinnosti a v různých provozních podmínkách :

- dvě ceny biomasy
- dvě ceny prodávaného tepla
- šest úrovní ročního využití instalovaného elektrického a tepelného výkonu
- tři úrovně investičních nákladů.

Hodnocení pro uvedený vysoký počet vzájemně se měnících parametrů je nutno provést za určitých zjednodušujících předpokladů, především ve stanovení investičních a provozních nákladů. Výsledky ekonomického hodnocení jsou proto zákonitě zatíženy určitou mírou nepřesnosti, spíše než absolutní hodnoty výsledků má vyšší vypovídací schopnost vzájemné porovnání jejich hodnot a míra jejich změny při změně provozních podmínek.

Na základě výsledků ekonomického hodnocení lze všeobecně prohlásit, že pro stávající státem garantovanou výkupní cenu el. energie je pro dosažení kladného cash-flow :

- nutno zajistit, aby cena biomasy nepřevyšovala příliš cenu cca 100Kč/GJ
- nutno zajistit prodejní cenu vyrobeného tepla minimálně cca 200 Kč/GJ
- v případě vyšší ceny biomasy je nejlepších výsledků dosaženo v případě elektrárny s vysokou el. účinností 30%, ta je však z ekologického hlediska nevhodná pro nízké využití energie v biomase (většina energie je odváděna z kondenzačního cyklu bez využití do okolí)
- zdroje el. energie a tepla pracující na RC nebo ORC principu (spalování biomasy a parní turbína) dosahují pro stejné provozní podmínky vyšších hodnot cash-flow než zdroje na OC principu (zplyňování biomasy a plynová kogenerační jednotka)

Je nutno zdůraznit, že výsledky analýzy byly zjištěny pro modelový případ s relativně nízkým energetickým příkonem. Již od této výkonové velikosti je možno realizovat zařízení s nižšími elektrickými účinnostmi, kondenzační elektrárny s vysokou el. účinností je možno koncipovat pouze pro el. výkony min cca 5 MWe (pro el. účinnost 22%) a nebo pro el. výkony min. cca 10 MWe (pro el. účinnost 30%).

Lepší ekonomické výsledky výroby pouze el. energie v elektrárnách (vlivem vyšší výroby cenové dotované el. energie) indikuje nutnost cenové podpory i vyráběného tepla z biomasy. Potom by ekonomické hodnocení bylo příznivější pro kombinovanou výrobu tepla a el. energie s pozitivním ekologickým efektem.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006– část A.“.