



# **PŘÍRUČKA PRO REGIONÁLNÍ VYUŽITÍ BIOMASY**

**Vydala: Česká energetická agentura  
Vinohradská 8, 120 00 Praha 2**

**Vypracoval: CityPlan s.r.o.**

**Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována  
v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití  
obnovitelných zdrojů energie**

## Obsah

<b>Regionální využití biomasy - technicko-ekonomické souvislosti .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Úvod .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Biomasa .....</b>	<b>3</b>
2.1 Definice biomasy .....	3
2.2 Možnosti energetického využití biomasy .....	3
2.3 Význam energetického využití biomasy .....	3
2.5 Potenciál a dosavadní využití biomasy v ČR .....	4
<b>3. Vlastnosti biomasy .....</b>	<b>6</b>
3.1 Vlhkost biomasy .....	6
3.2 Teplotechnické vlastnosti biomasy .....	6
<b>4. Pěstování a úprava biomasy .....</b>	<b>10</b>
4.1 Pěstování biomasy .....	10
4.2 Zpracování biomasy .....	12
<b>5. Energetické využití biomasy .....</b>	<b>16</b>
5.1 Spalování biomasy .....	16
5.2 Biochemická přeměna biomasy .....	17
<b>6. Pěstování rychle rostoucích rostlin v regionech .....</b>	<b>19</b>
<b>7. Ekonomické zhodnocení využití biomasy .....</b>	<b>21</b>
7.1 Úvodní předpoklady .....	21
7.2 Metodika ekonomického hodnocení energetických zařízení .....	24
<b>8. Porovnání různých způsobů vytápění rodinného domku .....</b>	<b>33</b>
<b>9. Využití energetického potenciálu regionu .....</b>	<b>36</b>

## **Regionální využití biomasy - technicko-ekonomické souvislosti**

### **1. Úvod**

Příručka "Regionální využití biomasy" navazuje na dříve vydané příručky "Využití biomasy pro energetické účely", ČEA 1997, "Kombinované energetické systémy s využitím obnovitelných zdrojů energie", ČEA 1997 a "Energetické využívání dřevních odpadů", ČEA 1998. Zatímco již vydané příručky se podrobněji zabývají vlastnostmi biomasy, technologiemi a příslušnými zařízeními používanými pro energetické využití biomasy, tato příručka "Regionální využití biomasy" je věnována praktickému využití biomasy na regionální úrovni. Aby uživatel mohl sám předběžně odhadnout ekonomickou stránku využití biomasy v daných podmínkách a tak posoudit skutečnou proveditelnost podnikatelského záměru, je v předkládané příručce kladen důraz zejména na rozbor ekonomických podmínek uplatnění biomasy na trhu s energiemi (vlastnosti biomasy a technologie pro její energetické využití jsou zde uvedeny jen v nezbytně stručném rozsahu, pouze okrajově jsou zde též zmíněny také složitější technologie, jako např. pyrolýza, zkapalňování a syntéza paliv, které jsou vhodné spíše pro průmyslové využití ve větším rozsahu).

Česká republika se zavázala v souvislosti s Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu, že v období do 2008 až 2012 sníží emise skleníkových plynů o 8% v porovnání s úrovní roku 1990. Současná poměrně nízká výkonnost českého hospodářství umožní zřejmě daný cíl bez větších problémů splnit. V mezinárodních odborných kruzích probíhá diskuse o stanovení spravedlivějších měřítek pro posouzení množství skleníkových plynů, které v různých státech jsou vypouštěny do ovzduší. Tato diskuse je vyvolávána stále se zvyšující se hrozbou oteplování ovzduší Země. Uvažuje se s doplněním limitů znečištění životního prostředí CO<sub>2</sub> o další ukazatele, jako jsou např. měrné emise skleníkových plynů na jednoho obyvatele nebo emise na jednotku výkonu měřeného hrubým domácím produktem. V těchto případech by však splnění požadovaných limitů pro ČR již nebylo tak snadné, jak ukazuje následující tabulka, podle které Česká republika zaostává za ostatními státy.

**Tab. 1.1 Emise na obyvatele a na jednotku HDP kupní síly ve vybraných zemích OECD v roce 1995**

Země	Emise CO <sub>2</sub>	
	t/osobu	t/1000 USD
Česká republika	11,7	1,35
Švýcarsko	5,9	0,28
Francie	6,2	0,33
Německo	10,8	0,61
USA	19,9	0,80
Maďarsko	5,6	0,94
Polsko	8,7	1,74
OECD průměr	10,9	0,65

*Pramen: OECD Environmental Indicators, 1998.*

Pro snížení znečišťování ovzduší CO<sub>2</sub> lze použít pouze dvě zásadní opatření: snižování energetické náročnosti ve všech oblastech národního hospodářství a nebo přechod na paliva s nižší produkcí CO<sub>2</sub> na uvolněnou jednotku tepla při spalení. Z tohoto hlediska je biomasa jako palivo nejvýhodnější, neboť při růstu rostlin, ve kterých vzniká biomasa, se odebere z ovzduší přibližně stejné množství CO<sub>2</sub>, jaké se pak při spalování biomasy uvolní. Kromě toho, energetické využití biomasy přináší další výhody, a to nejen v oblasti ochrany životního prostředí, ale snižuje i závislost na dovozu nosičů prvotní energie ze zahraničí, a v oblasti sociálně-pracovní, kde vznikají nová pracovní místa. Význam biomasy bude proto v příštích letech i v ČR stoupat, což potvrzuje vývoj, který proběhl v uplynulém období v zahraničí.

Rozvoj využívání biomasy pro energetiku v České republice je zatím zpomalován nedokončenou restrukturalizací energetiky a dosud přetrvávajícími deformacemi cen energie. S jistotou lze očekávat, že v příštích letech dojde k úpravě cen energie, což zlepší konkurenční podmínky pro energetické uplatnění biomasy a patrně přispěje k rozvoji uplatnění biomasy na energetickém trhu, a to ovlivní i regionální energetickou politiku.

Cílem předložené příručky je ujasnit některé souvislosti mezi možnostmi získávání, zpracování a energetického využití biomasy a posouzením ekonomické proveditelnosti a míry výhodnosti těchto postupů a to jak v současné době, tak s přihlédnutím k předpokládanému vývoji v nejbližších letech.

## **2. Biomasa**

### **2.1 Definice biomasy**

Biomasa je látka biologického, tj. rostlinného nebo živočišného původu. V souvislosti s jejím energetickým využitím se za biomasu obvykle považuje:

- ❖ odpadní a palivové dřevo,
- ❖ obilní a řepková sláma,
- ❖ rychle rostoucí rostliny, pěstované cíleně pro energetické využití,
- ❖ bioplyn (z odpadů živočišné výroby).

Protože se dosud neustálila jednoznačná definice pojmu biomasa, považuje se někdy za biomasu také:

- komunální odpad,
- nemocniční odpad,
- skládkový plyn (ze skládek odpadů, z čistírenských kalů).

### **2.2 Možnosti energetického využití biomasy**

Energeticky využívat biomasu lze několika způsoby (obr. 2.1, nejrozšířenější varianty jsou označeny silněji):

- a) Termochemickou přeměnou (tzv. suché procesy):
  - spalování (produktem je vysokopotenciální teplo),
  - zplyňování (produktem je topný plyn),
  - pyrolýza (produktem je bioolej a dehet).
- b) Biochemickou přeměnou (tzv. mokré procesy):
  - alkoholové kvašení (fermentace, výroba etanolu),
  - metanové kvašení (anaerobní fermentace, výroba bioplynu).
- c) Chemickou přeměnou:
  - esterifikace surových bioolejů.

V praxi převládá využití biomasy spalováním a z mokřých procesů je nejpoužívanější výroba bioplynu anaerobní fermentací. V této souvislosti je zajímavé poznamenat, že až do 19. století byly energetické potřeby prakticky pro všechny potřeby lidské činnosti kryty spalováním biomasy a to nejen pro účely otopu v domácnostech, ale též v rámci řemeslné výroby. Na počátku období tzv. průmyslové revoluce se biomasa používala též v průmyslu a dopravě (parní lokomotivy topené dřívím). Teprve v průběhu 19. století nahradily postupně biomasu, fosilní paliva. Tak biomasa, která byla historicky prvním zdrojem prvotní energie, se dnes vrací do energetiky.

### **2.3 Význam energetického využití biomasy**

Hlavní výhody využití biomasy v energetice jsou:

- obnovitelnost (nevýčerpateľnosť) zdroje energie, na rozdíl od fosilních paliv,
- z hlediska produkce tzv. skleníkových plynů, především CO<sub>2</sub>, se považuje biomasa za neutrální palivo (CO<sub>2</sub> se sice při spalování uvolňuje, ale přibližně stejné množství CO<sub>2</sub> je fotosyntézou při růstu biomasy z atmosféry spotřebováno),
- většinou zanedbatelný nebo malý obsah síry,
- zvyšuje nezávislost na dovozu primárních energetických zdrojů,
- často je biomasa odpadní látkou, což je výhodou z hlediska ekonomického (cena) a odpadového hospodářství,
- pěstování biomasy zlepšuje sociální poměry (zaměstnanost) venkova při transformaci zemědělství (převod potravinářské produkce na průmyslovou) a přispívá k ochraně životního prostředí, zemědělské půdy, převážně k odstranění devastace půdy průmyslovou a důlní činností.

Přes uvedené výhody se energetické využití biomasy dosud nerozšířilo tak, jak by bylo žádoucí. Příčinou jsou některé problémy, které dosud nejsou vyřešeny:

- cena biomasy může často přestoupit vlivem zpracování a dopravy cenu fosilních paliv,
- spolehlivost dodávky do energetické výroby může být nižší než u ostatních paliv,

- sezónnost pěstování energetických rostlin vyžaduje skladování v poměrně velkém rozsahu, pokud není skladována volně na místě výskytu,
- zatím poměrně nízká účinnost a malý výkon dostupných zařízení pro energetické využití biomasy,
- dosud neukončený vývoj některých zařízení pro zpracování a dopravu biomasy,
- nebezpečí úniku škodlivých látek při některých technologických pochodech (prach, NO<sub>x</sub>, pevné a kapalné odpady).

S energetickým využitím biomasy jsou proto spojena rizika:

- pro výrobce (pěstitele a zpracovatele) riziko při zavádění a pěstování nového typu biomasy s 2 až 8 ročním cyklem (např. otázka uplatnění na trhu),
- riziko nedostatečné technologické infrastruktury, nevhodné a tím též neekonomické dopravy a zpracování biomasy,
- riziko provozovatele energetické výroby spočívající v zajištění dlouhodobé spolehlivé dodávky biomasy a v nedostatku zkušeností se skladováním a zpracováním biomasy (lze snížit při použití biomasy ve vícepalivových systémech),
- riziko investora při financování nové (nevyzkoušené) technologie, infrastruktury, zejména dosud při nevyjasněné situaci subvencování využití biomasy,
- riziko dodavatele technologie spočívající v nedodržení harmonogramu stavby, spolehlivosti a technických vlastností nového zařízení.

## 2.5 Potenciál a dosavadní využití biomasy v ČR

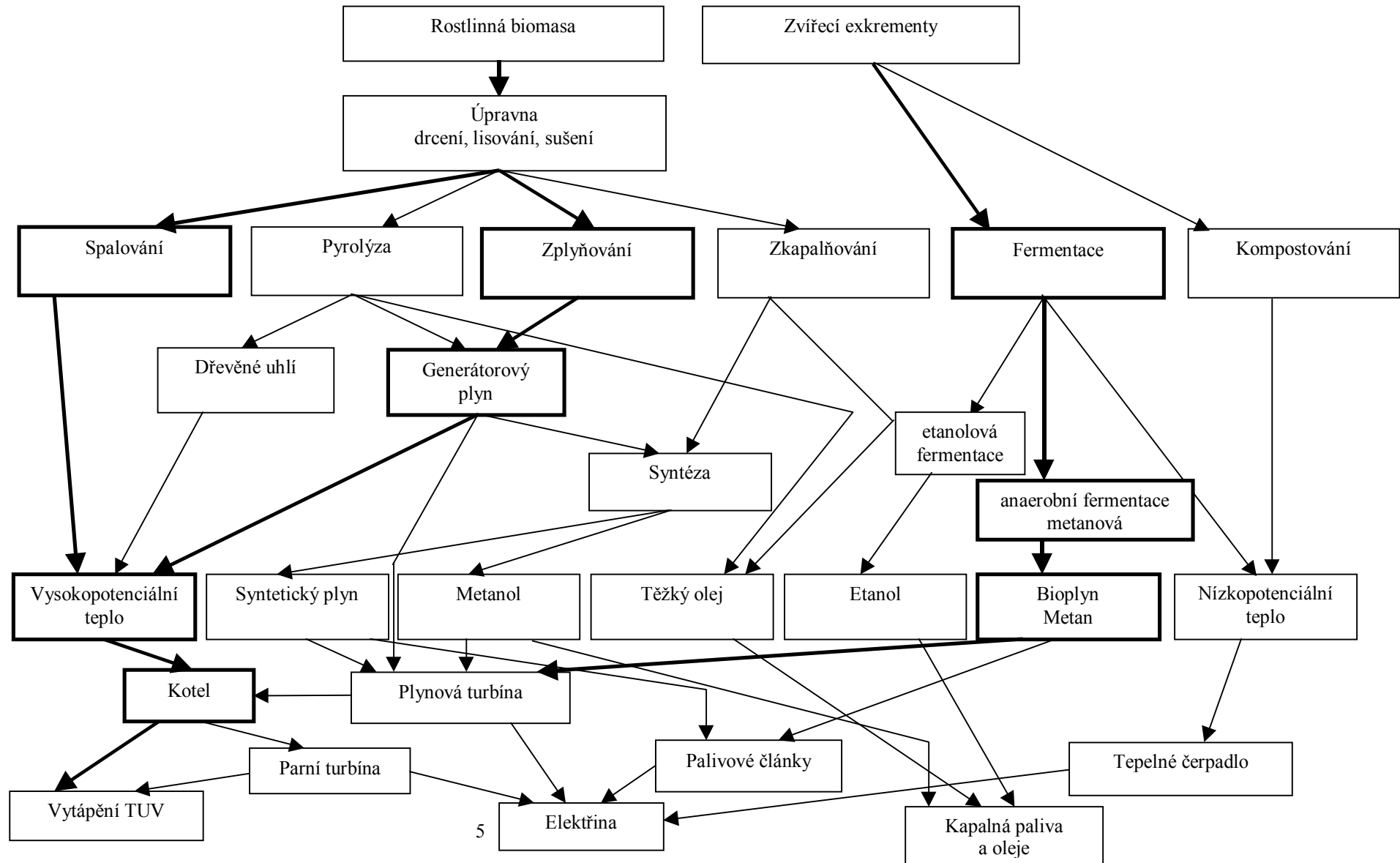
Spotřeba primární energie v ČR podle druhu nosiče energie v roce 1995 je uvedena v tab. 2.1. Zde je také uveden odhad struktury celosvětové spotřeby primární energie v roce 2000. Z porovnání vyplývá, že obnovitelné zdroje energie jsou v ČR využívány nedostatečně. Přitom spotřeba primární energie je kryta z největší části uhlím (v ČR v roce 1997 67,5%), jehož využití má nepříznivý dopad na životní prostředí, popř. vyžaduje vysoké náklady na jeho ochranu. Dosavadní podíl obnovitelných zdrojů energie se v ČR dnes pohybuje kolem 1,6 %, z toho činí asi 1,1 % vodní energie. V návrhu energetické politiky ČR (1999) se proto stanoví jako jeden z významných cílů rozvoj využití obnovitelných zdrojů, přičemž jejich podíl na celkové spotřebě primární energie by se měl zvýšit do roku 2010 na 3 až 6% a do roku 2020 na 4 až 8 %. Toto zvýšení by mělo být kryto z největší části biomasou. Návrh energetické politiky ČR spolu se Státním programem úspor energie a využívání obnovitelných zdrojů (usnesení vlády č. 480/98) by měl vytvořit funkční systém podpory využití těchto zdrojů.

**Tab. 2.1 Struktura využití energetických zdrojů [%]**

Zdroj	ČR - 1995	Svět - 2000
Dřevo	0,5	5
Zemědělská paliva	~ 0,0	5
Uhlí	63,0	25
Zemní plyn	11,1	20
Ropa	14,9	25
Jaderná energie	9,4	10
Vodní energie	1,1	8
Solární a větrná energie	~ 0,0	2
<b>Celkem</b>	<b>100,0</b> <b>1750 PJ</b>	<b>100,0</b>

Podle různých studií se pohybuje ekonomicky využitelný potenciál biomasy (bez vynaložení mimořádných investic) v ČR kolem 10 mil. t suché hmoty/r, tj. při průměrné výhřevnosti 16 GJ/ts.h. to odpovídá energii asi 158 PJ/r (158.10<sup>9</sup> MJ/r, což je cca 9,14 % hrubé spotřeby primárních energetických zdrojů v ČR 1997). I když je toto množství vzhledem k celkové spotřebě primární energie malé, může podstatně přispět ke snížení emisí CO<sub>2</sub>.

Obr. 2.1 Technologie využití biomasy



### 3. Vlastnosti biomasy

#### 3.1 Vlhkost biomasy

Typickou vlastností biomasy je poměrně vysoký a proměnný obsah vody. Voda v biomase jednak snižuje poměr využitelného tepla a hmotnosti biomasy (spalné teplo), jednak při jejím odpaření se spotřebuje část tepla (projeví se snížením výhřevnosti) a konečně vlhkost paliva snižuje účinnost spalovacího zařízení, neboť se zvyšuje množství vzniklých spalin a tím také kominová ztráta. Je proto výhodné používat ke spalování co nejsušší biomasu, nejlépe proschlou přirozeným způsobem na vzduchu, např. skladováním přímo na zemědělské ploše. Umělé sušení je většinou ekonomicky nevýhodné.

Protože obsah vody může v biomase značně kolísat (např. obsah vlhkosti v palivovém dřevu se pohybuje v rozsahu 20 až 60 %), je výhodné uvádět některé údaje pro biomasu vztažené na suchou hmotu (sušinu) a přepočítat je v případě potřeby na skutečný, vlhký stav. Převodní vztahy mají tvar pro přepočet výhřevnosti:

$$Q_i^r = Q_i^d (1 - W) - 2,453 \cdot W \quad [\text{MJ/kg}],$$

pro přepočet množství

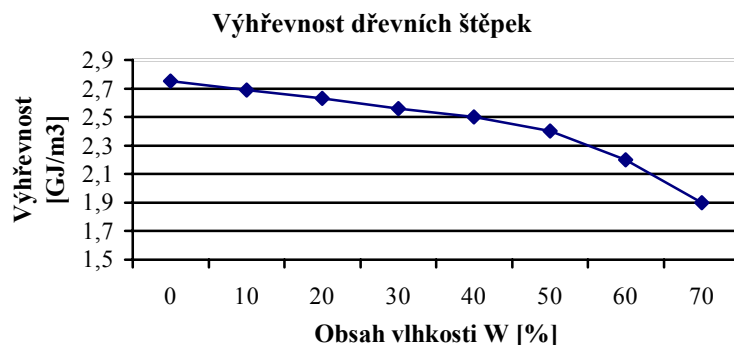
$$m_v = m_s / (1 - W) \quad [\text{kg}],$$

pro přepočet měrné hmotnosti

$$\rho_v = \rho_s / (1 - W) \quad [\text{kg/m}^3].$$

V uvedených vztazích značí  $Q_i^r$  [MJ/kg] výhřevnost ve spalovaném (surovém) stavu,  $Q_i^d$  totéž pro sušinu,  $W$  [kg/kg] poměrný obsah vody ve vlhké hmotě,  $m_v$ ,  $m_s$  [kg] hmotnost vlhké, popř. suché hmoty,  $\rho_v$ ,  $\rho_s$  [kg/m<sup>3</sup>] měrnou hmotnost vlhké nebo suché biomasy. V případě, že se výhřevnost vztahuje na objemové jednotky, předchozí vztah neplatí a výhřevnost, např. pro dřevní štěpky, závisí na vlhkosti podle obr. 3.1.

Obr. 3.1



#### 3.2 Teplotechnické vlastnosti biomasy

K nejdůležitějším vlastnostem biomasy z hlediska energetického využití patří:

**Výhřevnost** - množství tepla uvolněného dokonalým spálením, přičemž vodní pára ve spalinách nezkondenzuje, obvykle se udává v [MJ/kg].

**Spalné teplo** - množství tepla uvolněného dokonalým spálením, přičemž se využije kondenzační teplo vodní páry ve spalinách, obvykle se udává v [MJ/kg].

Přepočítání mezi spalným teplem a výhřevností lze provést podle vztahu:

$$Q_n = Q_v - 2,453 (W + 8,94 H_2) \quad [\text{MJ/kg}],$$

kde je  $Q_n$  - výhřevnost,  $Q_v$  - spalné teplo,  $W$  [kg/kg] - vlhkost paliva a  $H_2$  [kg/kg] - obsah vodíku v palivu.

**Měrná hmotnost** - měrná hmotnost biomasy v [kg/m<sup>3</sup>]. Nutno rozlišovat měrnou hmotnost volně sypané, lisované nebo kompaktní hmoty biomasy.

**Hrubý rozbor biomasy** - zjišťuje se výhřevnost a hmotnostní obsah vody, popela a prchavého podílu v [%].

**Prvkový rozbor biomasy** - zjišťuje se hmotnostní obsah prvků: C, H<sub>2</sub>, S, N, O<sub>2</sub> v [%], popř. také Cl a F. Číselné hodnoty těchto veličin jsou uvedeny v následujících tabulkách. Pokud není uvedeno jinak, je pramenem česká datová základna programu GEMIS.

Vlastnosti biomasy, kterými se biomasa liší od konvenčních tuhých paliv (uhlí) při spalování jsou:

- proměnný a často vysoký obsah vody, biomasa vyžaduje poměrně velký přívod tepla v první fázi spalování, aby se voda odpařila,
- biomasa obsahuje poměrně hodně prchavého podílu, který se uvolňuje v další fázi spalování a který se spaluje v prostoru, pro jeho spálení je potřeba přivést do tohoto prostoru dostatečné množství kyslíku (vzduchu) a zajistit jeho dobré promíchání s plynným prchavým podílem,
- některé druhy biomasy (např. obilní sláma) mají nízký bod měknutí popelovin (800 až 900 °C proti teplotám nad 1000°C u uhlí), je proto nebezpečí nalepování a spékání popelovin na roštu,
- některé druhy biomasy obsahují (i když v malém množství) sloučeniny chlóru a draslíku, zplodiny těchto sloučenin po spálení mohou způsobit koroze, a to i keramických konstrukčních prvků (komín).

**Tab. 3.1 Výhřevnost a měrná hmotnost dřeva** (přirozeně na vzduchu sušeného, obsah vlhkosti 15% hmotnosti)

Druh dřeva	Výhřevnost [GJ/kg]	Měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	
		pevné dřevo <sup>*)</sup>	prostorový metr
buk	14,4	700	525
javor, olše, topol, jilm, vrba	14,8	630	460
dub, jasan	15,1	690	500
bříza	15,5	630	440
borovice, modřín	15,8	520	390
smrk, jedle	16,2	440	310
kůra	15,6	550	400

<sup>\*)</sup> tzv. "plnometr"

**Tab. 3.2 Jednotky pro objem dřeva a jejich přepočty**

	Pevné dřevo	Složené dřevo	Drcené štěpkované dřevo
	plnometr - pevný metr (plm)	prostorový metr (prm)	sypký metr (prms)
plm	1,0	1,43	2,43
prm	0,7	1,0	1,70
prms	0,41	0,59	1,0



**Tab. 3.3 Výhřevnost různě upravené biomasy**

Druh	Výhřevnost [GJ/kg]	Měrná hmotnost [t/GJ]	Při vlhkosti [% hm.]
Dřevo kusové	15,30	0,07	14,40
Dřevo - brikety	17,54	0,06	7,42
Dřevo - pelety	17,54	0,04	7,42
Dřevo - štěpka	9,84	0,10	41,74
Dřevěná kůra, mix	15,92	0,06	4,82
Dřevo + kůra, pelety	15,80	0,06	10,26
Dřevo + kůra, brikety	15,80	0,06	10,26
Papír, brikety	11,98	0,08	4,61
Sláma obilní	15,46	0,06	10,00
Sláma řepková	15,90	0,06	5,56
Sláma pšeničná	14,58	0,07	13,01
Sláma lisovaná, role, kvádry	15,46	0,06	10,00
Pelety	15,46	0,06	10,00
Sláma řepková, brikety	15,42	0,07	11,16
Řepkové šrotky granulované	16,70	0,06	9,21
Slunečnicové slupky	24,05	0,04	5,22
Městské odpadky	8,14	0,12	33,00

**Tab. 3.4 Prvkový rozbor biomasy [% hmot.]**

	Dřevo kusové	Dřevěné brikety	Sláma pšeničná	Slaměné pelety	TKO
W (vlhkost)	14,4	7,42	13,01	10,00	33,00
A (popel)	0,5	0,6	5,08	5,47	25,00
H <sub>2</sub>	5,0	5,63	4,89	4,81	3,00
C	42,98	47,05	40,67	43,13	23,00
S	0,02	0,02	0,09	0,1	0,40
O <sub>2</sub>	37,00	39,15	35,75	35,56	15,00
N <sub>2</sub>	0,1	0,13	0,51	0,64	0,30

*TKO - tříděný komunální odpad*

**Tab. 3.5 Energetická výtěžnost některých druhů fytohmoty (průměr různých stanovišť v roce 1994-1997)**

Rostlina	Spalné teplo (s popelovinami) MJ/kg	Výnosy suché hmoty t/ha	Energetický výtěžek GJ/ha
Konopí seté	18,060	12,05	217,62
Hyso	17,657	19,33	341,31
Čirok zrnový	17,633	9,83	173,33
Čirok cukrový	17,588	14,77	259,77
Koriandr	18,882	4,06	76,66
Lnička	18,840	2,39	45,03
Řepka sláma	17,484	4,74	82,87
Křídlatka	19,444	37,5	729,15
Šťovík energetický	17,751	21,0	372,77
Sléz topolovka	17,581	13,4	235,58
Smoloroň - mužák	17,941	11,20	200,94
Bělotn	19,610	16,50	323,56
Boryt	18,500	10,75	198,88
Komonice	19,892	20,10	399,82

*Pramen: Váňa J.: Možnosti substituce fosilních paliv rostlinnými palivy. Praha 1998*

**Tab. 3.5 Složení a vlastnosti bioplynu** (anaerobní fermentace exkrementů hospodářských zvířat)

Složka	Objemový podíl [%]	Výhřevnost [MJ/m <sup>3</sup> (n)]	Měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> (n)]
CH <sub>4</sub>	55 - 70	35,84	0,714
CO <sub>2</sub>	27 - 44	-	1,977
H <sub>2</sub>	1 - 3	10,8	0,090
H <sub>2</sub> S	0,1 - 1	22,8	1,536
NH <sub>3</sub>	stopy	-	0,771
N <sub>2</sub>	1 - 3	-	1,25

Výhřevnost bioplynu se pohybuje mezi 19,6 až 25,1 MJ/m<sup>3</sup> (n) podle obsahu metanu.  
(n) - normální stav, tj. 0<sup>0</sup>C, 101,325 kPa.

## **4. Pěstování a úprava biomasy**

### **4.1 Pěstování biomasy**

V poslední době dochází na celém světě k růstu zemědělské produkce. V České republice je tento trend kombinován ještě tím, že v nových podmínkách při velmi silné mezinárodní konkurenci dochází k nadprodukcí zemědělských a potravinářských produktů v ČR, což vyžaduje snížení zemědělské výroby. Odhaduje se, že se proto v nejbližších letech uvolní v ČR cca 500 tisíc ha orné půdy v současné době využívaných pro pěstování plodin pro potravinářství. Jednou z možností řešit tento problém je vývoz přebytečných zemědělských výrobků a zatavení či zalesnění uvolněné půdy. Takto však nelze úspěšně vyřešit celý problém, neboť se současně neřeší ekonomické a sociální důsledky. V daných podmínkách ČR se jeví jako nejvýhodnější využívat nadbytečnou zemědělskou půdu pro pěstování energetických plodin, jako jsou rychle rostoucí dřeviny, řepka, obiloviny, různé druhy travin apod. Tento postup řeší současně několik problémů: ochranu životního prostředí, problém nadbytečné zemědělské půdy, snižuje závislost na dovozech, šetření surovinového bohatství státu a další. Vzhledem k celospolečenskému významu uvedeného postupu a nutnosti vyřešit problémy v rámci jeho uskutečňování (zejména v počátečním období rozvoje využití biomasy a při ekonomické soutěži biomasy s lacinějšími klasickými palivy) je patrně nezbytná podpora státu.

Při výběru rostlin pro masové pěstování pro energetické účely budou rozhodovat kromě agrotechnických hledisek především jejich vlastnosti, které příznivě ovlivní ekonomii energetického využití biomasy. Je to především výnos a výhřevnost rostliny, což lze souhrnně vyjádřit tzv. energetickým výnosem v [GJ/ha] a výsledné náklady na biomasu [Kč/t], popř. na teplo v biomase obsažené [Kč/GJ]. Orientační hodnoty těchto veličin jsou uvedeny v následující tabulce. Tyto číselné údaje byly získány vyhodnocením většího počtu pramenů, takže je lze považovat za odborný odhad firmy CityPlan s.r.o. Hodnoty uváděné ve sloupci "od-do" nemusí být minimální a maximální a střední hodnoty nejsou vždy aritmetickým průměrem mezních hodnot.

**Tab. 4.1 Energetický výnos a spotřeba procesní (fosilní) energie na úpravu biomasy**

Biomasa	Současný stav			Odhad roku 2005
	energetický výnos hrubý  GJ/ha	spotřeba procesní energie (vč. pěstování) % hrubého energ. výnosu	energetický výnos čistý  GJ/ha	energetický výnos čistý  GJ/ha
<b>obilní sláma</b>	6,08 t s.h./ha 16,40 GJ/t s.h.	pěstování 2%		
balíky 5 - 10 km	99,70	3,40	96,30	104,00
balíky 30 km		3,50	96,20	104,00
pelety 5 - 10 km		11,00	88,80	95,90
pelety 30 km		11,00	88,80	95,90
brikety - venkov		11,30	88,50	95,50
brikety - město		12,20	87,60	97,60
<b>dřevní štěrky</b>		(10,00 t s.h./ha 18,56 GJ/t s.h.)		
z prům. odpadu 5 - 10 km	185,60	2,20	167,20	184,10
z prům. odpadu 30 km		2,20	167,20	184,10
rychle rostoucí dřeviny 5 - 10 km		4,40 (pěst. 1,60)	163,50	180,00
rychle rostoucí dřeviny 30 km		4,40 (pěst. 1,60)	163,50	180,00
<b>seno</b> z osetých ploch	(10,00 t/s.h./ha 16,38 GJ/t s.h.)	(pěstování 9,60 %)		
balíky 5 - 10 km	163,80	11,00	145,80	170,50
pelety 30 km		11,20	145,50	170,10
pelety 5 - 10 km		16,50	138,40	161,80
pelety 30 km		16,50	138,40	161,80
<b>řepka</b> z osetých ploch	(10,00 t/s.h./ha 18,05 GJ/t s.h.)	(pěstování 21,10 %)		
pro spalování 5 - 10 km	56,14	22,80	54,30	74,30
pro spalování 30 km		22,80	54,30	74,30
<b>miskantus</b>	(20,00 t s.h./ha 16,74 GJ/t s.h.)	(pěstování 3,00 %)		
balíky 5 - 10 km	334,80	4,60	319,40	399,40
balíky 30 km		4,80	318,70	398,50
pelety 5 - 10 km		14,10	287,60	359,60
pelety 30 km		14,10	287,60	359,60

Pozn.: s.h. - suchá hmota, v.h. - vlhká hmota

## 4.2 Zpracování biomasy

Způsob úpravy sklizené biomasy závisí na druhu biomasy a na technologickém postupu při konečném využití (t.j. při spalení). Z hlediska úpravy biomasy se rozlišuje:

### **Biomasa jako palivo ke spalování**

- Zbytky dřeva z lesnictví a dřevařského průmyslu
  - větve
  - kůra
  - odpady z výroby - odřezky, piliny, hobliny, třísky
- Zbytky ze zemědělské a potravinářské výroby
  - sláma
  - zvířecí exkrementy
  - odpady z potravinářské výroby
- Cíleně pěstované plodiny na zemědělské půdě
  - rychlerostoucí dřeviny
  - lignocelulozní plodiny
  - cukernaté a škrobnaté plodiny
  - olejniny

### **Výroba biopaliv**

- Pevná paliva
  - palivové dřevo
  - dřevní štěpka
  - pelety, brikety
  - kůra, piliny
- Kapalná paliva
  - metanol
  - etanol
  - oleje
  - pyrolýzní oleje
- Plynná paliva
  - bioplyn (CH<sub>4</sub>)
  - dřevoplyn (CO, CH<sub>4</sub>)
  - pyrolýzní plyn

Operace při zpracování a úpravě biomasy jsou přehledně uvedeny na následujícím přehledu. Podrobnější popis, charakteristika a přehled výrobců jednotlivých zařízení na úpravu biomasy je uveden v příručce Využití biomasy pro energetické účely, ČEA, Praha 1997.

### **Přehled technologie úpravy a zpracování biomasy**

#### **DŘEVO, RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY**

- ✓ stříhání, mechanické nůžky (kusy 25 - 30 cm)
- ✓ sekání, sekačky -stacionární
  - mobilní - diskové
  - bubnové
  - šroubové
- ✓ drcení, drtiče - nízkoobrátkové - jednoválcové
  - dvouválcové
  - vysokoobrátkové - diskové
  - bubnové
- ✓ briketování, peletizace, lisy - pístové
  - šnekové
  - granulační

**STÉBELNINY**

- ✓ sběr
- ✓ lisování, lisy - hranaté balíky  
- svinovací lisy
- ✓ briketování, peletizace, lisy - pístové  
- šnekové

Náklady na úpravu biomasy, spotřeba energie a lidské práce jsou uvedeny v tab. 4.2 až 4.6. Pro hodnoty uvedené v těchto tabulkách platí stejné poznámky jako pro tab. 4.1.

**Tab. 4.2 Náklady na lisování balíků slámy v cenách roku 1999**

Položka		Role průměr 1,2 až 1,5 m		Kvádr objem 1 až 2,5 m <sup>3</sup>	
		od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota
investiční náklady lisu	tis. Kč	500 - 600	550	2000 - 2800	2400
roční využití	h/r	200 - 300	250	200 - 300	250
<b>amortizace</b>					
		90 - 130	110	200 - 550	380
ostatní fixní náklady		18 - 40	30	55 - 110	90
variabilní náklady		110 - 130	120	160 - 180	170
osobní náklady	Kč/t s.h.	130 - 240	200	70 - 130	100
náklady na pojezd po poli		140 - 170	160	100 - 130	120
<b>CELKEM</b>	<b>Kč/t s.h.</b>	<b>540 - 700</b>	<b>620</b>	<b>650 - 1100</b>	<b>880</b>

*Pozn.: 1. s.h. - suchá hmota, 2. platí pro pozemek o výměře 2 ha*

**Tab. 4.3 Celkové náklady a spotřeby provozní energie a práce na výrobu dřevních štěpek z rychle rostoucích dřevin v cenách roku 1999 (strojní sklizeň a štěpkování)**

Proces	Celkové náklady (Kč/t s.h.)		Procesní energie (motorová nafta) (MJ/t s.h.)		Práce (h/t s.h.)	
	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota
<b>Pěstování</b>						
úprava půdy a založení plantáže		2200		280		0,80
<b>Sklizeň a úprava</b>						
řezání a vázání	700 - 1600	1200	10 - 20	15	0,20 - 0,40	0,30
sběr a nakládání na poli (příroz.sušení)	200 - 450	300	35 - 40	38	0,45 - 0,75	0,60
štěpkování	850 - 1200	1000	175 - 260	216	0,70 - 0,95	0,83
<b>Doprava</b>						
nakládání, doprava 10 km	270 - 360	300	55 - 75	65	0,25 - 0,35	0,30
<b>CELKEM</b>		<b>5000</b>		<b>620</b>		<b>2,83</b>

*Pozn.: s.h. - suchá hmota, uvažuje se ztráta 10% skladováním a úpravou*

**Tab. 4.4 Celkové náklady a spotřeby provozní energie a práce na výrobu slaměných pelet v cenách roku 1999**

Proces	Celkové náklady (Kč/t s.h.)		Spotřeba procesní energie (MJ/t s.h.)		Práce (h/t s.h.)	
	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota
<b>Pěstování</b>						
hnojení		270				
úprava půdy		270		320		
<b>Úprava slámy</b>						
lisování balíků	540 - 700	620	100 - 125	115	0,20 - 0,40	0,30
stahování na okraj pole	120 - 300	200	60 - 100	75	0,25 - 0,40	0,32
nakládání, doprava 4 km	100 - 290	240	70 - 110	90	0,07 - 0,17	0,12
<b>Peletizace</b>						
lisování	1100 - 1700	1400	900 - 1300	1100	0,44 - 0,60	
sklad pelet	70 - 180	130	20 - 60	50	0,05 - 0,20	0,15
<b>Doprava pelet</b>						
nakládání	40 - 75	55		15	0,03 - 0,12	0,08
doprava 30 km (nákl. auto 18 t)	160 - 250	220	30 - 50	40	0,09 - 0,12	0,11
<b>CELKEM</b>		<b>3400</b>		<b>1800</b>		<b>1,06</b>

*Pozn.: s.h. - suchá hmota, uvažuje se ztráta 2% skladováním, spotřeba elektrické a parní procesní energie je přepočtena na primární energii*

**Tab. 4.5 Celkové náklady a spotřeby provozní energie a práce na výrobu slaměných pelet v cenách roku 1999**

Proces	Celkové náklady (Kč/t s.h.)		Procesní energie (motorová nafta) (MJ/t s.h.)		Práce (h/t s.h.)	
	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota	od - do	střední hodnota
<b>Pěstování</b>						
hnojení		270,00				
úprava půdy		270,00		320,00		
<b>Úprava slámy</b>						
lisování balíků	540 - 700	620,00	100 - 125	115,00	0,2 - 0,4	0,30
stahování na okraj pole	120 - 300	200,00	60 - 100	75,00	0,25 - 0,4	0,32
<b>Doprava balíků</b>						
5 - 10 km		200,00				
30 km	300 - 600	450,00	60 - 80	70,00	0,30	
<b>CELKEM (doprava 30 km)</b>		<b>1800,00</b>		<b>580,00</b>		<b>0,92</b>

*Pozn.: s.h. - suchá hmota, uvažuje se ztráta 2% skladováním, spotřeba elektrické energie je přepočtena na primární energii*

**Tab. 4.6 Náklady na biomasu v cenách roku 1999**

Biomasa	Náklady na biomasu v místě spotřeby (Kč/GJ)			
	současný stav		odhad r. 2005	
	celkem	z toho pěstování	celkem	z toho pěstování
<b>obilní sláma</b> (pšenice ozimní)				
balíky 5 - 10 km	87	33,00	81	33,00
balíky 30 km	103	33,00	98	33,00
pelety 5 - 10 km	184	33,00	162	33,00
pelety 30 km	190	33,00	168	33,00
brikety - venkov	283	33,00	260	33,00
brikety - město	346	33,00	328	33,00
<b>dřevní štěpky</b>				
z prům. odpadu 5 - 10 km	132	0,00	113	0,00
z prům. odpadu 30 km	137	0,00	117	0,00
rychle rostoucí dřeviny 5 - 10 km	320	167	268	127,00
rychle rostoucí dřeviny 30 km	332	167	283	127,00
<b>seno</b> (z osetých ploch)				
balíky 5 - 10 km	294	247,50	241	196
balíky 30 km	309	247,50	255	196
pelety 5 - 10 km	391	247,50	317	196
pelety 30 km	395	247,50	323	196
<b>řepka</b> (ozimá)				
pro spalování 5 - 10 km	721	644,00	476	409
pro spalování 30 km	724	644,00	480	409
<b>miskantus</b> (ozdobnice čínská)				
balíky 5 - 10 km	243	172,00	180	128
balíky 30 km	257	172,00	194	128
pelety 5 - 10 km	360	172,00	300	128
pelety 30 km	366	172,00	305	128



## 5. Energetické využití biomasy

### 5.1 Spalování biomasy

Výroba tepla spalováním biomasy je nejstarší a patrně nejrozšířenější energetické využití biomasy vůbec. Biomasa se spaluje většinou v zařízeních s menším jednotkovým výkonem a uvolněné teplo se využívá hlavně pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody.

Spalování biomasy probíhá ve čtyřech fázích:

- ❖ sušení, odpařování vlhkosti paliva (při teplotách 100 až 500<sup>0</sup>C),
- ❖ pyrolýza, uvolňování prchavého podílu z paliva (při teplotách až 700<sup>0</sup>C),
- ❖ spalování prchavého podílu (spalování probíhá v prostoru nad roštem),
- ❖ spalování tuhé složky paliva (uhlíku), dohořívání.

Jak již bylo uvedeno dříve, teplotnické vlastnosti biomasy se v některých směrech liší od vlastností ostatních konvenčních tuhých paliv (uhlí). Proto má-li spalování dosáhnout nejvyšší účinnosti, musí být spalovací zařízení přizpůsobeno zvláštním požadavkům, které na spalování klade biomasa. Největší pozornost je nutno věnovat následujícím opatřením:

- Spalování příliš vlhké biomasy je ne hospodárné. Velká část uvolněného tepla se spotřebuje pro odpaření vody obsažené v biomase a většinou se již dále nevyužije (s výjimkou kondenzačních kotlů, u kterých se spaliny ochlazují pod teplotu rosného bodu, takže se výparné teplo vody opět získá). Spalování biomasy s příliš vysokým obsahem vlhkosti probíhá při nižších teplotách, probíhá déle a stoupají ztráty nedokonalým spalováním. Proto je výhodné skladovat biomasu tak, aby mohla dokonale proschnout na vzduchu. Umělé sušení biomasy obvykle zvyšuje náklady pro úpravu biomasy před spálením natolik, že se značně zhoršuje konkurenceschopnost biomasy vůči jiným palivům. Na druhé straně je vyšší obsah vlhkosti v biomase výhodný, neboť při nižších spalovacích teplotách vzniká méně NO<sub>x</sub> a snižuje se nebezpečí spékání popelovin.
- Biomasa má větší obsah prchavého podílu než např. uhlí. Orientační obsah prchavého podílu v hořlavině (tj. v palivu bez vody a popela) uvádí následující tabulka.

**Tab. 5.1 Obsah prchavého podílu tuhých paliv**

Palivo	Prchavý podíl v hořlavině [% hm.]
černé uhlí	34 až 42
hnědé uhlí	50 až 67
rašelina	70
dřevo	80 až 87
sláma	80 až 85
slunečnicové slupky	80

Ve druhé fázi spalování se proto uvolňuje velký objem plynné hořlaviny. Je nebezpečí, že takto uvolněný prchavý podíl vytěsni z prostoru nad palivem vzduch, a že prchavý podíl nedohoří. Při spalování biomasy proto musí být vždy zajištěno dokonalé promíchávání uvolněného prchavého podílu se vzduchem. Část vzduchu je nutno přivádět k tuhé části paliva (tzv. primární vzduch) a poměrně velkou část vzduchu do prostoru nad rošt (sekundární vzduch). Sekundární vzduch musí být přiváděn tryskami poměrně velkou rychlostí, aby měl dostatečně velkou kinetickou energii a mohl promíchat obsah spalovacího prostoru i v hloubce ohniště. Viskozita plynů se totiž zvyšuje s teplotou (na rozdíl od kapalin), takže průraznost proudu vzduchu v prostředí horkých spalin je malá.

- Složení biomasy a běžných druhů uhlí spalovaných v ČR se liší, jak ukazuje tab. 5.2.

**Tab. 5.2 Porovnání složení a vlastností biomasy a uhlí (střední, orientační hodnoty)**

Palivo	Výhřevnost [MJ/kg]	Obsah v surovém palivu		Obsah v hořlavíně		
		popela	prchavého podílu	C	S	N
		[% hm.]				
černé uhlí	24	20	38	82	1,5	1,2
hnědé uhlí	14	20	58	75	2	1,3
dřevo	16	3,3	85	49	0,04	0,6
sláma	16	5,9	82	46	0,1	0,9

Biomasa má vyšší obsah alkalických sloučenin (potaš, sodík), které mohou způsobovat sklon ke spékání popelovin (sláma) a ke korozi výhřevných ploch kotle, stěn spalinových kanálů a komína.

Velkou výhodou je nízký obsah dusíku (menší produkce NO<sub>x</sub>) a síry v biomase. Např. při obsahu síry 0,02 % ve dřevu s vlhkostí cca 14% je koncentrace vzniklého SO<sub>2</sub> ve spalínách kolem 50 mg/m<sup>3</sup> (při obsahu O<sub>2</sub> v suchých spalínách 11 % za normálních podmínek), což je zlomek emisního limitu (který je v ČR stanoven vyhláškou MŽP č. 117/97 teprve pro instalovaný tepelný výkon větší než 0,2 MW a činí 2500 mg/m<sup>3</sup>). Spaliny z biomasy (s výjimkou bioplynu) se proto nemusí odsiřovat.

Podrobnější popis spalovacích zařízení na biomasu je uveden v příručce "Využití biomasy pro energetické účely", ČEA, Praha 1997, popř. ve firemní literatuře výrobců.

## 5.2 Biochemická přeměna biomasy

Biochemické zpracování organických látek (biomasy) může probíhat jako metanové kvašení (fermentace) nebo jako etanolové kvašení, popř. jako výroba bionafty.

**Metanové kvašení** je proces, při kterém anaerobní bakterie rozkládají za nepřístupu vzduchu vyšší uhlovodíky na metan CH<sub>4</sub> a oxid uhličitý CO<sub>2</sub>. Energetická bilance ukazuje, že asi 90% energie se uvolňuje jako chemická energie metanu, zbytek se uvolňuje v průběhu chemické reakce jako teplo. Metan, známý v tomto případě jako bioplyn, se používá jako palivo.

Důležitou veličinou při výrobě bioplynu je teplota kvašení. Podle druhu bakterií může proces kvašení probíhat při 10 až 20 °C, 20 až 40 °C nebo mezi 50 až 55 °C (největší výtěžek bioplynu). Výroba bioplynu probíhá prakticky tak, že se exkrementy hospodářských zvířat přečerpávají do metanizačních (fermentačních) nádrží, kde se udržuje vhodná teplota a kde probíhá kvašení. Pro zahřívání fermentačních nádrží se spotřebuje 30 až 80 % energie vyrobeného z bioplynu (podle jakosti izolace nádrží). Vzniklý bioplyn se z nádrží odvádí čistý (většinou se zachycují prachové částice a síra) a přivádí ke spotřebiči (plynový motor, kotel).

Průměrná produkce exkrementů a výtěžnost bioplynu je uvedena v následující tabulce.

**Tab.5.3 Produkce exkrementů a výtěžnost bioplynu (orientační hodnoty)**

Druh zvířete	Produkce exkrementů [kg/den]	Výtěžnost bioplynu [m <sup>3</sup> /den (n)]
dojnice (550 kg)	60	1,7
jalovice (330 kg)	35	0,9
tele (100 kg)	13	0,3
prasnice (170 kg)	14	0,3
sele (10 kg)	3	0,1
nosnice (2,2 kg)	0,2	0,016

Fyzikálně-chemické vlastnosti bioplynu vyrobeného anaerobní fermentací exkrementů zvířat běžně kolísají v rozpětí hodnot:

výhřevnost 20 - 24 MJ/m<sup>3</sup> (n)  
metan CH<sub>4</sub> 60 - 66 % obj.  
CO<sub>2</sub> 33 - 39 % obj.  
sirovodík H<sub>2</sub>S 0,1 - 0,4 % obj.

Nevýhodou výroby bioplynu jsou poměrně vysoké investiční náklady na vybudování výrobního zařízení. Např. měrné investiční náklady pro vybudování zařízení na zpracování kolem 30 000 m<sup>3</sup> kejdy za rok a výrobu elektrické energie (2 plynové motory o výkonu po 64 kW + tepelný výkon 212 kW) činí kolem 90 000 Kč/kW<sub>e</sub>. Výrobní náklady na bioplyn jsou tak cca 3,20 Kč/m<sup>3</sup> (n) a na elektřinu 2,30 Kč/kWh.

**Etanolové kvašení** spočívá ve fermentaci rostlinných látek obsahujících škrob, cukry a buničinu pomocí kvasinek nebo bakterií, přičemž vzniká etanol. Uvedený postup je základem výroby lihu v lihovarech. Ve větších lihovarech ČR se jako vstupní surovina používá melasa z cukrovarů, zatímco většina malých lihovarů využívá obilí a brambory. Etanol lze používat jako palivo nebo jako přísadu do paliva pro zážehové motory. Bioetanol může být zpracován (odvodněním) na etyltercbutyléter (ETBE), který má některé výhodné vlastnosti, např. je možné použít jako antidetonační přísadu do benzínu.

**Výroba bionafty** (řepkového metylesteru - RME) se v podmínkách ČR provádí téměř výhradně z řepkového oleje. Ten se esterifikuje a konečným produktem je glycerin (glycerol), bionafta - metylester a metylester pro vícekomponentní bionaftu. Z 1000 t řepky lze přibližně získat 300 t RME, 80 t surového glycerolu a asi 620 t řepkových výlisků pro krmné směsi. Řepkový metylester je palivo, které lze spalovat ve vznětových motorech podobně jako motorovou naftu (na rozdíl od řepkového oleje, který lze spalovat pouze ve vhodných nebo přizpůsobených motorech). Výhodou RME je vysoká objemová výhřevnost, nižší kouřivost motoru, nižší koncentrace SO<sub>2</sub> ve spalinách, tedy vesměs environmentálně výhodné vlastnosti.

Porovnání některých charakteristik klasických pohonných látek s biopalivy je uvedeno na tab. 5.4.

**Tab. 5.4 Vlastnosti pohonných látek**

	olovnatý benzín	motorová nafta	etanol	řepkový olej	RME	ETBE
výhřevnost MJ/kg	42,7	42,5	29,4	37,6	37,2	36,0
výhřevnost MJ/l	32,5	34,9	23,2	34,2	32,7	26,6
měrná hmotnost kg/l	0,76	0,82	0,79	0,91	0,88	0,74
oktanové číslo MON	85	-	97	-	-	102
obsah bioetanolu %	0	0	100	0	0	45

## 6. Pěstování rychle rostoucích rostlin v regionech

Možnosti energetického využití odpadní biomasy jsou jednoznačně dány druhem a množstvím odpadních látek z průmyslové a zemědělské výroby v regionu. Poněkud odlišná situace je při cíleném pěstování rychle rostoucích rostlin. Již tím, že pěstování rostlin pro energetické využití zabírá relativně velkou plochu, jsou důsledky a vlivy na životní prostředí regionu větší. Při rozhodování o druhu pěstovaných rostlin a rozsahu a umístění plantáží je nutno zvažovat všechna důležitá hlediska, která rozhodují o konečné volbě druhu rostliny. Jejich stručný přehled je uveden dále.

### ❖ Hledisko vhodného spektra rostlin

Z tohoto hlediska je nutno posoudit, zda

- založení plantáží rychle rostoucích rostlin příliš nezúží druhové spektrum vegetace v regionu (je nutno zvážit životnost jednotlivých kultur, např. miscantus může být podle současných zkušeností využíván 10 až 15 let jako trvalá kultura) ; nebezpečí zúžení druhového spektra flory sebou nese např. řepka, jejíž podíl by neměl činit více než 25 až 33% obdělávané plochy v regionu,
- některé energeticky významné kultury není možno pěstovat v nejbližším sousedství, např. řepka a cukrová řepa se navzájem nesnášejí,
- významné jsou též tzv. invazní vlastnosti jednotlivých druhů rostlin (např. křídlatka).

### ❖ Fyzikální a chemická rizika pro půdu, vodu a vzduch

Zhutnění půdy. Riziko přílišného zhutnění půdy plantáží je dáno několika činiteli, např. typem použitých mechanismů, typem půdy, typem počasí v době obdělávání a pod. Nebezpečí zhutnění je zejména velké

- u hlinitých a jílovitých půd s velkou vodní akumulací schopností,
- při poježdění po plantáží při vlhkém počasí,
- je-li hmotnost mechanismů pro sklizení biomasy velká,
- při nerovnoměrném rozdělení hmotnosti mechanismu na nápravy a kola,
- při malé styčné ploše kola s půdou.

Eroze půdy. Erozi půdy se rozumí odnos půdy působením vody nebo větru. Zatímco voda způsobuje erozi především na převislých nebo vertikálně členitých půdách, vítr eroduje i ploché půdy. V každém případě je velikost eroze závislá na typu rostlinného porostu nacházejícího se na erodovaném povrchu. Největší nebezpečí eroze u jednoletých kultur je u brambor, cukrové řepy, slunečnice a kukuřice. Nebezpečí se rovněž zvětšuje kypřením půdy a opatřeními proti růstu plevelů.

V následující tabulce jsou uvedeny stupně nebezpečí zhutnění a eroze půdy pro různé kultury a typy půdy.

**Tab. 6.1 Nebezpečí zhutnění a eroze půdy**

Kultura	Typ půdy	Nebezpečí zhutnění	Nebezpečí půdní eroze
Pšenice	jílová hnědozem	malé	malé
Kukuřice	hluboká	velké	velmi velké
Slunečnice	písečná, jílovitá, hlinitá	malé	velké
Brambory	kyprá písečná/jílovitá	velké	velmi velké
Cukrová řepa	hluboká humózní	velmi velké	velmi velké
Len	písečná/jílovitá	malé	malé
Miscantus	humózní, písečná, jílovitá	velké	malé
Řepka	hluboká humózní	malé	malé

### ❖ Ovlivnění vod

Je nutno rozlišovat mezi běžnou zemědělskou půdou a ochranným pásmem vodních zdrojů.

- Znečištění dusíkem. Míra znečištění spodních a povrchových vod sloučeninami dusíku nezávisí pouze na rozsahu, dávkování a složení dusíkatých hnojiv a transportu dusíku z půdy, ale také na místních podmínkách:
  - propustnosti a sorpčních schopnostech půdy,
  - spotřebě vody rostlinami a výparu,
  - intenzitě srážkové činnosti,
  - uvolňování dusíku z minerálních sloučenin,

- stavu podzemních vod, popř. vzdálenosti vody od plantáže.

Nebezpečí vymývání dusíku je největší u těch rostlin, které mají velkou spotřebu dusíku, nízký odběr dusíku produkty při žních, mělkou hloubku kořenů a krátkou vegetační dobu (typickým představitelem těchto rostlin je kukuřice, ozimná pšenice a řepka, naopak malé riziko znečištění vod dusíkem je u slunečnice a miscantu). Kvalitativní představu o znečištění dusíkem podává následující tabulka:

**Tab. 6.2 Nebezpečí znečištění vod dusíkem**

Kultura	Hnojení dusíkatými hnojivy [kg N/ha]	N-saldo [kg N/ha]	Riziko znečištění N
ozimní pšenice	180	58	velké
kukuřice	170	67	velké
ozimní řepka	180	76	velké
slunečnice	80	14	malé
brambory	170	42	velké
cukrová řepa	170	43	velké
len	50	-12	velmi malé
miscantus	125	25	malé

- Znečištění ochrannými prostředky. Část použitých herbicidů, insekticidů a fungicidů ulpí na rostlině, část pronikne na půdu, popř. díky dešťové vodě i do hlubších vrstev půdy a do spodní vody. Doba pobytu těchto sloučenin v půdě je úměrná množství použitého prostředku, jeho chemické stabilitě, intenzitě pokrytí půdy, podílu hlíny a jílu v půdě a obsahu organické substance a je nepřímo úměrná rozpustnosti ve vodě, bodu varu a sublimačnímu tlaku a teplotě půdy. Podle některých autorů, používání ochranných prostředků má za následek ohrožení více než poloviny rostlinných a živočišných druhů zemědělských ekosystémů. Na tab. 6.3 je kvalitativně vyjádřeno nebezpečí znečištění vod ochrannými prostředky.

**Tab. 6.3 Nebezpečí znečištění vod ochrannými rostlinnými prostředky**

Kultura	Riziko znečištění vod
ozimní pšenice	velké
kukuřice	velmi velké
ozimní řepka	velké
slunečnice	malé
brambory	velké
cukrová řepa	velké
len	malé
miscantus	velmi malé

#### ❖ Znečištění ovzduší

Všechny rostliny pohlcují při svém růstu CO<sub>2</sub> z atmosféry a ukládají uhlík ve svém organismu. Je-li takto vzniklou biomasou nahrazeno fosilní palivo, rovnováha CO<sub>2</sub> v atmosféře se obnoví a do atmosféry nepřibývá nový CO<sub>2</sub> z fosilního paliva. Tento pozitivní efekt biomasy může být snížen uvolňováním oxidu dusnatého (N<sub>2</sub>O), dalšího skleníkového plynu. N<sub>2</sub>O se uvolňuje při pěstování biomasy z dusíkatých sloučenin. Uvolnění jedné molekuly N<sub>2</sub>O do atmosféry představuje (při časovém horizontu 100 let) 290 násobný (skleníkový) efekt ve srovnání s jednou molekulou CO<sub>2</sub>. Proto, i když se N<sub>2</sub>O uvolňuje při pěstování rostlin v malém množství, je nutno při pěstování biomasy uvažovat jeho produkci. Další nepříznivý efekt N<sub>2</sub>O spočívá v tom, že molekuly N<sub>2</sub>O ve stratosféře se fotolyticky štěpí. Přitom vznikají radikály, které katalyticky narušují ozónovou vrstvu.

Podle dosud známých studií se N<sub>2</sub>O uvolňuje při pěstování rostlin v množství od 0,001 do 2,5 % aplikovaného dusíkatého hnojiva (0,5 až 10 kg N<sub>2</sub>O/ha.rok). Biomasu pěstovanou pro energetické účely lze z tohoto hlediska klasifikovat takto:

- mírná produkce N<sub>2</sub>O: len, slunečnice,
- mírná až střední produkce: miscantus, cukrovka, pšenice, řepka, brambory,
- střední až vysoká produkce: kukuřice.

## **7. Ekonomické zhodnocení využití biomasy**

### **7.1 Úvodní předpoklady**

Prospěšnost energetického využití biomasy tkví ve snižování spotřeby energie vyrobené z fosilních paliv a ve snižování emisí CO<sub>2</sub> přispívajících k oteplování a změně klimatu Země.

Naproti tomu stojí skutečnost globalizace ekonomiky projevující se liberalizací a deregulací energetiky včetně síťových odvětví elektroenergetiky, plynárenství i zásobování teplem.

Nejvýznamnější mezinárodní závazky a úmluvy, které budou v budoucnosti nejen ovlivňovat, ale patrně též spoluurčovat postavení energetických technologií v oboru zásobování energií, jsou a budou nařízení, směrnice a doporučení EU, které vycházejí z potřeby zajišťování :

- trvale udržitelného rozvoje
- globální konkurenceschopností Evropy (zejména vůči USA a Japonsku) která vyžaduje uvolnit v členských státech vnitřní trh s energiemi.

Vnitřní trh s energiemi v členských státech EU bude nejvíce ovlivňován směrnicemi pro deregulaci:

- elektroenergetiky (Směrnice č. 96/92 EC Evropského parlamentu a Rady o obecných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou, schválena v prosinci 1996), kterou se země EU musí řídit od 19.2.1999.
- plynárenství (Směrnice č. 98/30/EC Evropského parlamentu a Rady o společných pravidlech vnitřního trhu se zemním plynem), kterou se budou muset země EU řídit od srpna roku 2000.

Požadavek zajištění trvale udržitelného rozvoje tvoří významnou část závazků a úmluv ovlivňujících vzájemné vztahy i vnitřní politiku členských zemí EU:

- snižování energetické náročnosti ekonomik členských zemí
- šetrné čerpání neobnovitelných zdrojů primární energie
- snižování emisí škodlivin do životního prostředí
- snižování emisí skleníkových plynů.

Energetické využívání biomasy je v rámci hospodářské politiky EU pokládáno za významný nástroj politiky trvale udržitelného rozvoje, neboť ve značné míře přispívá ke snižování emisí CO<sub>2</sub>.

### **Ceny energií**

Cenu plynu a elektřiny budou do značné míry ovlivňovat obě zmíněné deregulační směrnice EU zavádějící volný vnitřní trh s oběma energiemi v rámci EU. Lze očekávat, že bude dosaženo stavu, kdy všichni zákazníci budou tzv. oprávnění, tj. oprávnění svobodně uzavírat smlouvy na dodávku energie s kýmkoliv.

Centralizované teplo bude na trhu cenově soutěžit se substitučními energiemi pro vytápění, zejména s individuálním vytápěním zemním plynem a topným olejem.

Mezi nesíťovými energiemi budou soutěžit zejména:

- hnědé uhlí
- černé uhlí
- koks
- kusové dřevo
- lisované slaměné balíky
- brikety ze dřeva nebo slámy
- pelety ze dřeva nebo slámy
- extralehký topný olej (nafta)
- kapalný propan
- elektřina

Technologie pro výrobu elektřiny a tepla umožňují vyrábět celou řadu „produktů“:

- Elektroenergetické produkty:
  - Elektrická práce
  - Regulační výkon
  - Záložní výkon
- Tepelné produkty:
  - Teplo pro technologické procesy
  - Teplo pro vytápění
  - Teplo pro přípravu TUV

### **Konkurenceschopnost**

Podnikatelské záměry pro energetické využití biomasy musí být vytvářeny se znalostí poptávky po výše uvedených produktech a se znalostí možností konkurenčních (substitučních) technologií poskytujících stejný či obdobný užitek:

- Výroba elektřiny v základním zatížení čelí konkurenci levné elektřině z jaderných a uhelných elektráren.
- Výroba špičkové elektřiny čelí konkurenci akumulárních vodních elektráren a špičkových elektráren s plynovými turbinami (na LTO, případně zemní plyn), resp. neplánovanému dovozu.
- Poskytování záložního výkonu čelí konkurenci záložních diesलगregátů a špičkových elektráren s plynovými turbinami (na LTO, případně zemní plyn), resp. neplánovanému dovozu.
- Výroba tepla čelí konkurenci zejména výrobě tepla ze zemního plynu.

### **Cenová strategie nebo nákladová strategie ?**

Tržní a liberalizované prostředí znamená, že cena není výsledkem nákladovosti, nýbrž je na liberalizovaném nemonopolním trhu dána výkonností nejefektivnějších poskytovatelů dané služby – tj. nejsilnějším konkurentem. Přebytek nabídky se řeší obvykle „cenovou válkou“, kdy cena zdaleka nemusí pokrýt ani tzv. „ekonomicky oprávněné náklady“. Cenovou válku přežijí jen nejsilnější a pak se cena vrátí opět na hodnotu odpovídající marginálním nákladům nejlepších v oboru. Nejlepší v oboru proto musí spíše než na cenovou strategii myslet na nákladovou strategii.

Nebezpečí podnikání v konkurenčním prostředí lze proto snižovat především manažerským účetnictvím sloužícím pouze k interním účelům strategického řízení podniku, které je odděleno od finančního účetnictví, jenž je určeno externím uživatelům (především finančním úřadům a akcionářům). Samozřejmě, že výchozími podklady pro manažerské účetnictví je účetnictví finanční, avšak pro účely řízení strategie a rizika musí být údaje z finančního účetnictví očištěny od účelových finančních operací, např. z důvodu cenové regulace.

V části manažerského účetnictví týkající se provozu jde o tvorbu a aktualizaci syntetických a analytických nákladových modelů a jejich promítání do motivačních nástrojů v rámci řízení organizace. V části týkající se investic jde pak kromě standardních studií a výpočtů ekonomické proveditelnosti hlavně o rizikové analýzy, hledání a vytváření nástrojů pro zvládnutí rizika. Skončilo období, kdy manažer energetické společnosti odpovídal za spolehlivé zásobování, dnes odpovídá za obchodní úspěch společnosti a rostoucí tržní hodnotu společnosti pro její vlastníky.

Na podnikání vlastní společnosti je nutno pohlížet ze strany vstupů přes úplný řetězec procesů (a tedy ovlivňujících podnikatelských subjektů) až směrem k přírodním zdrojům (primární energie a suroviny) a obdobně na straně výstupů (produktů a služeb) rovněž přes úplné řetězce navazujících procesů (podnikatelských subjektů stejně tak ovlivňujících obchodní úspěch) až po konečný užitek v konečné spotřebě (vytvoření tepelné pohody).

Tak například společnost dodávající energii výrobci spotřebního zboží je závislá na marketingu a úspěšnosti tohoto výrobce. Jeho riziko podnikání se šíří po celém procesním řetězci životního cyklu výrobku proti toku energie až k přírodním zdrojům. Tak došlo k tomu, že ekonomická krize v jihovýchodní Asii (pokles spotřeby konečného užítka) na konci roku 1997 se šířila jako zpětná vlna a způsobila pokles spotřeby energie – promítnuto do přírodních zdrojů – zejména pokles spotřeby ropy. Důsledkem převisu nabídky nad poptávkou došlo podle ekonomických zákonitostí volného trhu k pádu její ceny až na dvacetileté minimum. Naproti tomu oživení ekonomiky v Asii a v EU v posledních měsících mělo opačný dopad a cena ropy se vrátila na původní úroveň konce roku 1997.

## **Dělení nákladů na teplo**

V podstatě se však o dělení nákladů nejedná, nýbrž jde o jejich řízení způsobem od konce (výchozím bodem je tržní cena), tedy o retrográdní kalkulaci (výsledkem jsou maximální přijatelné náklady). Retrográdní kalkulace nákladů na výrobu tepla by měla začínat u tržní ceny elektřiny a končit určením ekonomického prostoru pro výrobu a dopravu biomasy jako paliva:

Tržní cena tepla (konkurenční substituční monovýroba tepla)  
- náklady na výrobu tepla  
= maximální přijatelné náklady na palivo

## **Metodika postupu přípravy projektu výroby tepla z biomasy**

Výroba tepla:

1. Průzkum trhu tepla, maximální výkon a roční spotřeba pro jednotlivé druhy produktů (technologické teplo, vytápění, TUV).
2. Upřesnění trhu tepla: roční diagram (resp. křivka trvání výkonu), typické denní diagramy s rozlišením ročního období, pracovních dnů a dnů pracovního klidu.
3. Vyhodnocení ceny paliva z biomasy a sezónních cen za jeho nákup.
4. Vyhodnocení konkurenceschopné ceny tepla v součtu celého řetězce jeho výroby a dopravy ke spotřebiteli.
5. Sestavení analytického nákladového modelu, provedení citlivostních analýz a jejich vyhodnocení.
6. Sladění obchodních podmínek a návrhu technologie pro dosažení stabilních ekonomických výnosů.
7. Sestavení syntetického nákladového modelu pro roční objemy výroby, provedení citlivostních analýz a jejich vyhodnocení.
8. Návrh způsobu financování.
9. Sestavení toku hotovosti a výpočet ziskových kritérií (současná čistá hodnota diskontovaného toku hotovosti NPV, vnitřní výnosová míra IRR, doba návratnosti).
10. Ocenění tržní hodnoty podnikatelského záměru.
11. Zpracování výsledků do formy studie proveditelnosti a podnikatelského záměru.
12. Jednání s potenciálními investory a případně vytvoření projektové společnosti.
13. Uzavření smluv na nákup paliva a prodej tepla.
14. Vypracování dokumentace k územnímu řízení.
15. Uzavření smluv na financování.
16. Výběr dodavatele a uzavření smlouvy o dílo.
17. Uzavření případné smlouvy na externí údržbu a servis.
18. Vypracování dokumentace pro stavební povolení.
19. Projektové řízení a autorský dozor při výstavbě.
20. Uvedení do provozu.

## **Zasahování státu do tržního prostředí v oblasti obnovitelných zdrojů**

V období, kdy nejsou internalizovány externality (tj. kdy do ceny energie nejsou zahrnuty náklady na ochranu životního prostředí) je zasahování státu nutné, aby byl potenciál obnovitelných zdrojů více využíván. Využití energetického potenciálu obnovitelných zdrojů naráží i na další překážky způsobené nedokončenou transformací energetického sektoru v ČR, ve kterém přetrvávají z minulého režimu cenové deformace, kterými jsou zejména křížové dotace elektřiny a zemního plynu pro domácnosti a nevhodné tarify. Vliv deformací cen elektřiny a zemního plynu energetické využití obnovitelných zdrojů ještě více znevýhodňuje.

ČR přijala mezinárodní závazky o snižování znečišťování životního prostředí v důsledku vypouštění exhalací ze spalovacích procesů (snižování produkce CO<sub>2</sub>), avšak zatím současné ekonomické prostředí v ČR působí právě v opačném smyslu.

Hospodářská politika státu, která je souhrnem jednotlivých odvětvových politik by se měla především opírat o vysokou energetickou účinnost, která významně přispívá k bezpečnějšímu a zdravějšímu životnímu prostředí, snižuje závislost státu na vnějších zdrojích energie a přispívá k hospodářskému růstu a zaměstnanosti. Úsilí zaměřené na dosahování co nejvyšší energetické účinnosti by měl být zakotven v energetické politice státu. Energetický sektor se na úsilí k omezení produkce CO<sub>2</sub> musí podílet již na samém počátku celého procesního řetězce prostřednictvím státní energetické politiky. Rozvoj obnovitelných zdrojů (stejně jako kombinované výroby



tepla a elektřiny) patří k rozhodujícím nástupům budoucí hospodářské prosperity státu, a proto je důležité zabývat se ekonomickými nástroji pro výraznou podporu širšího uplatňování.

ČR se bude muset rychleji přizpůsobovat energetické a ekologické politice EU. Na základě výsledků 3. konference stran účastnících se Rámcové konvence OSN o změnách klimatu konané v prosinci 1997 v Kyotu, rozhodla rada EU dne 18.12.1997 o strategii EU na podporu obnovitelných zdrojů a kombinované výroby tepla a energie. Jednotlivým státům Rada doporučuje vytvářet podporu a odstraňovat překážky v rozvoji jejich využívání.

ČR by měla tato doporučení Rady EU přijmout a urychleně vytvořit v ČR podmínky pro jejich podporu a odstranit překážky jejich rozvoje.

Aby nedocházelo k narušování tržních principů, je nutno volit nepřímé ekonomické nástroje k ovlivňování podnikatelských subjektů, mezi které patří daňové úlevy, měkké úvěry a dotace.

## 7.2 Metodika ekonomického hodnocení energetických zařízení

Technické dílo se ekonomicky hodnotí obvykle ze tří hledisek:

- a) Hodnocení projektanta. Z vypočtených ročních provozních nákladů, odpisů, výrobních nákladů, zisku projektu a toku hotovosti (cash flow ročního, diskontovaného) se určí základní ukazatele (diskontovaný zisk, vnitřní výnosové procento, doba návratnosti).
- b) Hodnocení investora. Výpočet nákladů a výnosů je stejný jako v případě hodnocení projektanta. Podrobněji se uvažuje různá strategie odepisování, řeší se různé způsoby financování (v nákladech se uvažují navíc úroky z úvěrů a obligací, dále se uvažují některé daně a připočitatelné a odpočitatelné položky).
- c) Hodnocení provozovatele. Během provozu určitého technologického zařízení jsou již investiční náklady zařízení pevně stanoveny, je pevně stanoveno jejich případné splácení a splácení dalších finančních položek (úroků, obligací atd.). Předpokládáme-li, že tržby z provozu zařízení jsou rovněž smluvně pevně zajištěny, je přímý zájem provozovatele zaměřen na provozní náklady, neboť jedině ty může provozovatel bezprostředně ovlivňovat způsobem provozu. Provozní náklady jsou základním finančním ukazatelem jakosti provozu za daných podmínek (tj. dané technologie a při daných cenách vstupních surovin a produktu).

Ekonomická analýza může být kromě toho prováděna v běžné měně (v běžných Kč) nebo v konstantní (stálé) měně.

**Analýza ve stálé měně** umožňuje posoudit vliv cen a nákladů na projekt bez působení inflace. Výhoda tohoto přístupu spočívá v tom, že je jasněji patrný vliv některých eskalačních faktorů, např. vliv vzrůstu cen paliva v důsledku vyčerpání zásob, vliv vzrůstající poptávky, vliv zvyšování technické úrovně technologie apod. V případě analýzy ve stálé měně je nutno uvést k jakému datu se hodnota měny uvažuje.

Nevýhoda analýzy ve stálé měně spočívá v tom, že pokud projekt uvažuje nějaké budoucí investice, neodpovídá jejich hodnota skutečné očekávané hodnotě a nelze tudíž korektně uvažovat o financování této částky.

**Analýza v běžné měně** respektuje inflaci, tj. mění se hodnota měnové jednotky. Tento přístup umožňuje posoudit příští vývoj s ohledem na očekávané ceny a náklady. Nevýhodou tohoto přístupu je nejistota v odhadu průběhu inflace v příštích letech.

Vzhledem k tomu, že provoz energetických systémů se ekonomicky hodnotí vždy několik desítek let do budoucna, přičemž není přesně znám budoucí vývoj některých faktorů (působení některých faktorů může být náhodné), je vždy nutné provést rozbor nejistot. Ten spočívá v odhadu pravděpodobného rozsahu změny vstupních veličin a v provedení citlivostní analýzy. Tak se zjistí pravděpodobná oblast, ve které se reálně mohou pohybovat vypočtené hodnoty výstupních veličin (např. kritéria ekonomické efektivity).

Citlivostní analýza umožňuje posoudit vliv jednotlivých vstupních veličin na kritérium optimálního stavu a ukazuje na veličiny, kterými lze nejefektivněji optimální stav dosáhnout nebo naopak na veličiny, jejichž vliv je tak slabý, že je nemá smysl ovlivňovat. Vliv jednotlivých veličin se kvantitativně vyjadřuje součinitelem citlivosti  $\varphi$ . Pro obecný vztah  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  u něž chceme zjistit vliv veličin  $x_i$  na veličinu  $y$ , se vypočte citlivostní koeficient veličiny  $x_i$  podle rovnice

$$\varphi_{x_i} = \frac{\partial y}{\partial x_i} \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}} \quad (7.1)$$

kde  $\bar{x}_i$ ,  $\bar{y}_i$  jsou hodnoty provozního bodu, pro něž vypočtená hodnota citlivostního součinitele platí. Citlivostní koeficient ukazuje o kolik procent se změní veličina  $y$ , změní-li se veličina  $x_i$  o 1%.

### **Definice základních pojmů ekonomického hodnocení**

#### **Aktualizace nákladů**

Při posuzování ekonomické výhodnosti energetických zařízení je vždy nutno porovnávat náklady vynakládané v různé době. Aby tyto náklady byly porovnatelné (a bylo je možno sčítat), je třeba je přepočítat k určitému společnému datu. Takový přepočet se nazývá aktualizací.

Princip aktualizace vychází z úvahy:

Urychlení tržby  $V$  [Kč] o jeden rok umožňuje získat vyšší tržbu  $V'$  [Kč] v tomto roce:

$$V' = V(1 + p) \quad [\text{Kč}], \quad (7.2)$$

kde  $p$  [1] je diskontní míra (diskontní sazba). Podobně urychlením tržby o  $n$  let vzroste tržba v prvním roce na

$$V' = V(1 + p)^n \quad [\text{Kč}]. \quad (7.3)$$

Na základě této úvahy lze přepočítat libovolné peněžní částky  $N_j$  z  $j$ -tého roku na  $k$ -tý rok ( $N_k$ ) podle vztahu

$$N_k = N_j \cdot r^{k-j} \quad [\text{Kč}], \quad (7.4)$$

kde je  $r = 1 + p$  tzv. úročitel. Při ekonomických analýzách v energetice se peněžní částky obvykle přepočítávají k prvnímu roku provozu, tj. provozní náklady v jednotlivých letech provozu se přepočítávají zpět (exponent úročitele je záporný), investiční náklady v letech výstavby energetického díla se přepočítávají dopředu (exponent je kladný).

Diskontní míra vyjadřuje v podstatě cenu ušlé příležitosti. Použitím finančních prostředků na zamýšlenou investici se totiž vzdáváme všech ostatních možností, kam vložit peníze. Tyto peníze můžeme např. uložit do banky a pobírat úroky, nakoupit cenné papíry a inkasovat dividendy a pod. Všechny uvedené příležitosti představují ušlé příležitosti. Druhý faktor, který ovlivňuje výši diskontní míry je velikost rizika, spojená s danou investicí. Vyšší riziko jsme obvykle ochotni podstoupit pouze tehdy, je-li očekávaný výnos vyšší.

Vhodnou velikost diskontní míry lze volit jako míru výnosu nejlepší ušlé příležitosti. Z pohledu investora to mohou být např. ušlé úroky z finančních prostředků na zamýšlenou investici uložených v bankovním ústavu, snížení o daň z finančních příjmů. Z pohledu projektu jsou ušlou příležitostí jiné investice, které se nerealizují právě proto, že finanční prostředky se použijí na zamýšlený projekt. Diskontní míra se obvykle interpretuje jako výnos průměrné investice.

V případě uvážení inflace je nutno rozlišovat reálnou diskontní míru  $p_r$  a nominální diskontní míru  $p_n$ . Vztah mezi nimi je dán vzorcem

$$p_n = (1 + p_r) \cdot (1 + e_i) - 1; \quad (7.5)$$

kde je  $e_i$  očekávaná míra inflace.

#### **Reprodukce investičních prostředků, odepisování**

Během investiční činnosti vkládá investor do stavby určité finanční prostředky. Aby při takovém podnikání neutrpěl ztráty, musí získat vložené finanční prostředky zpět nejpozději za dobu životnosti objektu podnikání. To je podstata reprodukce investičních prostředků. Postupné převádění (jednorázových) investičních nákladů během odpisového období do ročních nákladů se nazývá odpisování. Účelem odpisování může být:

- a) Výpočet ročních splátek investičních prostředků v případě porovnání jednotlivých projekčních variant, popř. při výběru optimální varianty (hledisko projektanta).
- b) Výpočet reprodukce investičních prostředků jako součást celkové bilance podnikatelského záměru investora (hledisko investora).
- c) Výpočet ročních odpisů pro výpočet daně z příjmů (hledisko provozovatele).

Reprodukce investic může být prostá nebo rozšířená. Při prosté reprodukci se stanoví podmínka, že investiční náklady  $N_i$  musí být splaceny v nominální výši za dobu odepisování nebo za dobu ekonomické životnosti investice  $T_z$ . Při rovnoměrném, lineárním odpisování pak platí pro roční odpis

$$N_0 = \frac{N_i}{T_z} \quad [\text{Kč}/r] \quad (7.6)$$

Prostá reprodukce neuvažuje vliv času. V případě, že by některá projekční varianta splňovala podmínku prosté reprodukce, znamenala by ve skutečnosti pro investora ztrátu (pro investora by bylo výhodnější vložit příslušné investice do bankovního ústavu a získat tak navíc úroky).

Rozšířená reprodukce vychází z podmínky, že za dobu  $T_z$  musí být splaceny aktualizované investiční náklady  $N_i$  ročními splátkami  $N_{ij}$  ( $j$  je pořadové číslo roku splátky):

$$N_i = \sum_{j=1}^{T_z} N_{ij} r^{-j} \quad [\text{Kč}] \quad (7.7)$$

Roční splátka se vypočte ze vztahu:

$$N_{ij} = a_{T_z} N_i \quad [\text{Kč}/r] \quad (7.8),$$

kde  $a_{T_z} [1/r]$  je poměrná anuita počítána pro dobu  $T_z$  ze vztahu

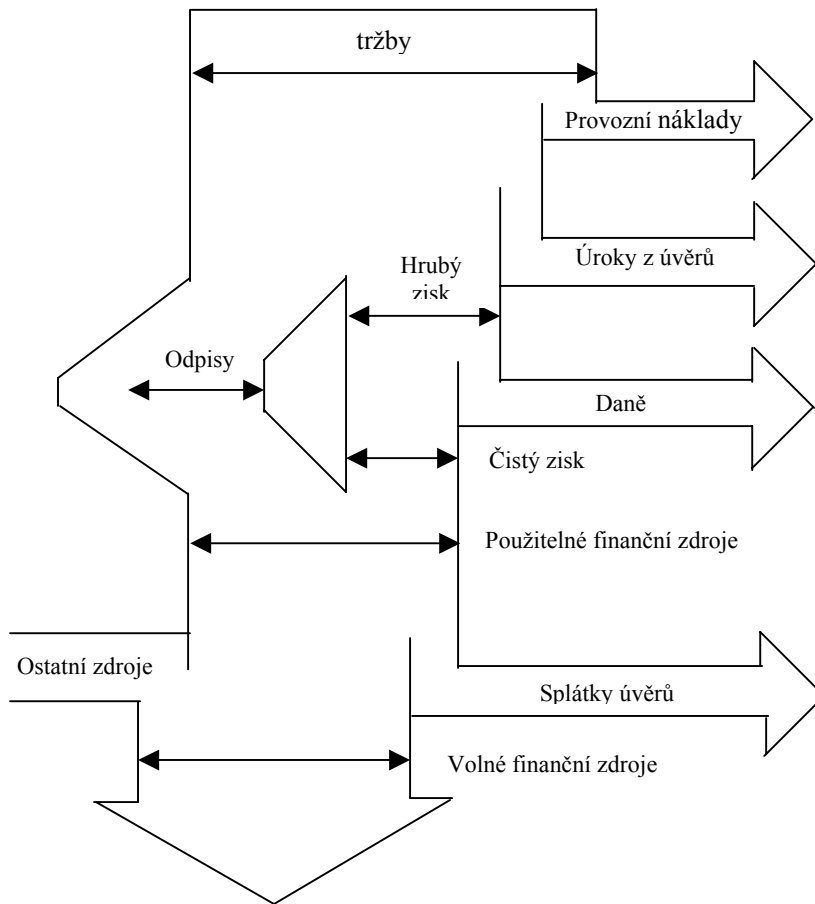
$$a_{T_z} = \frac{r^{T_z} (r - 1)}{r^{T_z} - 1} \quad [1/r] \quad (7.9)$$

Např. pro  $r=1.1; T_z = 30$  let je  $a_{T_z} = 0,106 [1/r]$  (ve srovnání s prostou reprodukcí, kde je  $N_0 = 0,033 [1/r]$ ). Právě popsána tzv. lineární anuitní metoda odpisování se používá při posuzování projekčních variant (z hlediska projektanta). Z hlediska investora (při výpočtu tvorby zisku nebo sestavování plánu financování) se používá tzv. metoda prosté reprodukce. Provozovatel je povinen při výpočtu daně z příjmu použít metodu odpisování, která je přesně definována zákonem č. 586/92 Sb. ze 17. prosince 1992 ve znění dalších zákonů a vyhlášek. Tento zákon umožňuje volit buď rovnoměrné (lineární) odpisování nebo zrychlené (degresivní) odpisování.

### **Členění zisku a nákladů**

Nutným předpokladem pro věrohodné ocenění nějaké investiční varianty nebo již provozovaného podniku je analýza pohybu finančních prostředků, toku hotovosti (cash flow). Tyto toky mohou být kladné (tržby, výnosy) nebo záporné (náklady). Tok hotovosti je graficky znázorněn na obrázku.

**Obr. 7.1 Tok hotovosti**



Reprodukce podniku, Plnění fondů, Dividendy

Obvykle se definuje

bilanční zisk (hrubý)  $Z_b = V - N_v - U_u$  [Kč/r] (7.10)

disponibilní zisk (čistý)  $Z_d = Z_b - \Sigma D$  [Kč/r] (7.11)

použitelný zisk  $Z_p = Z_d + N_o$  [Kč/r] (7.12)

volný zisk  $Z_v = Z_p - S_u + F_{ost} - P_f - D_a$  [Kč/r] (7.13)

zisk projektu  $Z = V - N_v$  [Kč/r] (7.14)

V uvedených vztazích značí:

V tržby (výnosy) za vlastní a prodané zboží (mimo DPH)

$N_v$  výrobní náklady

$\Sigma D$  daně

$N_o$  odpisy

$S_u$  splátky úvěrů

$F_{ost}$  ostatní finanční zdroje

$P_f$  příděly fondům

$D_a$  dividendy akcionářům

$U_u$  úroky z úvěrů

**Roční výrobní náklady  $N_{vT}$  [Kč/r]** jsou celkové náklady na zhotovení výrobku v T-tém roce.

V energetice se dělí

✓ podle závislosti na zatížení energetické výroby na:

- a) pevné (fixní), nezávislé na zatížení výroby,
- b) proměnné (variabilní), přímo úměrné zatížení (výrobě),

- ✓ podle způsobu vynakládání na:
- a) jednorázové (investiční, pořizovací)  $N_i$  [Kč]
  - b) roční provozní  $N_{pT}$  [Kč/r],
- takže platí

$$N_{vT} = a_{Tz} N_i + N_{pT} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.15)$$

**Měrné investiční náklady**  $n_i$  [Kč/kW] jsou investiční náklady vztažené na instalovaný výkon výroby  $P_i$  [kW].

$$n_i = \frac{N_i}{P_i} \quad [\text{Kč/kW}] \quad (7.16)$$

Měrné investiční náklady klesají přibližně hyperbolicky s velikostí energetických zařízení, takže platí

$$n_{i2} = n_{i1} \left( \frac{P_{i2}}{P_{i1}} \right)^{\alpha-1}, \text{ popř. } N_{i2} = N_{i1} \left( \frac{P_{i2}}{P_{i1}} \right)^{\alpha} \quad (7.17)$$

kde součinitel  $\alpha$  [1] se nazývá součinitel zlevnění a jeho velikost se pohybuje u energetických zařízení v rozsahu 0,65 až 0,8.

#### Provozní náklady $N_p$

Provozní náklady se obvykle vyčísľují za 1 kalendářní rok a jsou součtem nákladů:

- palivových  $N_{pv}$
- na provozní materiál  $N_{pm}$
- na vodu  $N_v$
- na opravu a údržbu  $N_{oú}$
- na zakoupenou energii  $N_e$
- na režii a ostatní  $N_{ro}$
- na zakoupené služby  $N_{sl}$
- na osobní náklady (mzdy vč. motivačních položek a zákonného pojištění)  $N_m$
- na poplatky za znečištění životního prostředí (poplatky za exhalace a za ukládání tuhých odpadů)  $N_{ex}$

$$N_p = N_{pv} + N_{pm} + N_v + N_{oú} + N_e + N_{ro} + N_{sl} + N_m + N_{ex} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.18)$$

Dominantní jsou **palivové náklady**  $N_{pv}$ , které jsou dány roční spotřebou všech druhů paliv v energetické výrobě a cenou těchto paliv:

$$N_{pv} = \sum_{i=1}^n M_{pvi} \cdot C_{pvi} = \sum_{i=1}^n M_{pvi} \cdot \bar{Q}_{ni} \cdot C_q = \sum_{i=1}^n q_{pr} \cdot A_{pr} \cdot C_q \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.19)$$

kde  $M_{pvi}$  [kg/r] palivo typu  $i$  spotřebované za rok,  $C_{pvi}$  [Kč/kg] cena paliva typu  $i$ ,  $\bar{Q}_{ni}$  [kJ/kg] střední roční výhřevnost paliva typu  $i$ ,  $C_q$  [Kč/kJ] cena tepla v palivu,  $q_{pr}$  [kJ/kWh] střední roční měrná spotřeba tepla v palivu na dodávku energie na prahu energetické výroby,  $A_{pr}$  [kWh/r] roční dodávka energie na prahu výroby. Do palivových nákladů se nezapočítávají náklady spojené s dopravou nebo úpravou paliva uvnitř energetické výroby. Ceny paliva se udávají jako "loco" nebo jako "franco". Ceny loco jsou ceny paliva bez dopravného (např. na dole), kdežto ceny franco zahrnují průměrné dopravné bez rozdílu, na jakou vzdálenost se palivo dopravuje. Správné je počítat s cenami loco a uvažovat dopravné individuálně pro každý případ zvlášť.

**Náklady na opravy a údržbu**  $N_{oú}$  jsou náklady na údržbu zařízení. Závisejí na poruchovosti zařízení a mění se s časem. Pro projektové, prognostické účely se pro stanovení těchto nákladů užívá ukazatelů závislých na odpisech nebo na pořizovací ceně základních prostředků:

$$N_{oú} = k_{oú} \cdot N_i \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.20)$$

kde součinitel  $k_{oú}$  se obvykle pohybuje v rozsahu 0,02 až 0,05 podle typu a stáří energetického zařízení.

**Náklady na režii a ostatní**  $N_{ro}$  jsou náklady na správní a zásobovací činnost, dále jsou sem obvykle zahrnovány příspěvky na sociální zabezpečení a odpisy předmětů postupné spotřeby.

$$N_{ro} = (k_r + k_o) \cdot (N_m + N_o) \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.21)$$

kde součinitel  $k_r$  respektuje náklady na správní a zásobovací činnost ( $k_r \approx 0,3$ ) a součinitel  $k_o$  respektuje poplatky na sociální zabezpečení ( $k_o \approx 0,07$ ).

**Náklady na zakoupenou energii**  $N_e$  jsou náklady na nákup všech druhů energií (elektrické, tepelné aj.). U větších energetických výroben je vlastní spotřeba energie většinou kryta z vlastních zdrojů, takže tyto náklady jsou nulové. Mohou se však vyskytnout náklady na přikoupenou energii ze sítě REAS, obvykle pro některé pomocné provozy nebo pro kotel výtopen, které nevyrábějí elektrickou energii a musí ji nakoupit.

$$N_e = A_{pe} \cdot C_{pe} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.22)$$

kde  $A_{pe}$  [kWh/r] přikoupená energie,  $C_{pe}$  [Kč/kWh] cena přikoupené energie.

#### **Vlastní náklady $N_v$**

$$\text{Vlastní náklady jsou součtem provozních nákladů a odpisů: } N_v = N_p + N_o \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.23)$$

**Měrné výrobní náklady  $n_v$**  [Kč/kWh] jsou roční výrobní náklady vztahované na dodanou energii (elektrinu nebo teplo):

$$n_v = \frac{N_{vT}}{A_{prT}} \quad [\text{Kč/kWh}] \quad (7.24)$$

kde  $A_{prT}$  [kWh/r] je roční dodávka energie.

#### **Tok hotovosti projektu CF (Cash Flow)**

Na rozdíl od zisku, v toku hotovosti není obsaženo časové rozložení investičních nákladů pomocí odpisů, neboť, jak z názvu plyne, jde o rozdíl mezi příjmy a výdaji v hotovosti. Pro každý provozní rok platí

$$CF_T = V_T - N_{pT} - N_{iT} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.25)$$

kde index T značí pořadové číslo roku provozu,  $N_{iT}$  [Kč/r] jsou investice vynaložené v T-tém roce provozu (např. na rekonstrukce).

#### **Diskontovaný tok hotovosti projektu (též aktualizovaný zisk za dobu životnosti) $Z_{Tz}$**

$$Z_{Tz} = \sum_{T=1}^{Tz} CF_T \cdot r^{-T} \quad [\text{Kč}] \quad (7.26)$$

#### **Splácení úvěrů**

Při uzavírání smlouvy se na základě úvěrového příslibu stanoví výše úvěru  $U$ , jeho doba splácení  $T_s$  a úroková míra  $p$ . Pro výpočet postupných splátek poskytnutého úvěru se používá některá z následujících metod:

a) metoda konstantního úmoru. Úvěr je lineárně snižován konstantními částkami úmoru:

$$s = \frac{U}{T_s} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.27)$$

kde  $s$  je úmor (tj. částka, kterou se ročně úvěr splácí),  $U$  úvěr a  $T_s$  doba splatnosti úvěru (umořovací období). Výše úroku  $u_T$  z poskytnutého úvěru se postupně snižuje:

$$u_T = U \left( 1 - \frac{T-1}{T_s} \right) p \quad [\text{Kč/r}] \quad (7.28)$$

- b) Metoda anuitní. Podstatou je, že roční finanční zatížení dlužníka spojené s úvěrem je konstantní. Anuita  $a_u$  tvořená součtem úmoru a úroku je konstantní:

$$a_u = U \frac{P}{1 - v^{Ts}} \quad [\text{Kč}/r] \quad (7.29)$$

kde  $v$  je odúročitel (reciproká hodnota úročitele  $r$ ):  $v = (1 + p)^{-1}$  (7.30)

Obecně se v  $T$ -tém roce splácí úmor:  $s_T = a_u v^{(Ts - T + 1)}$  [Kč/ $r$ ] (7.31)

a úrok:  $u_T = a_u (1 - v)^{(Ts - T + 1)}$  [Kč/ $r$ ] (7.32)

- c) Metoda rostoucích splátek. Finanční zatížení dlužníka se postupně zvyšuje a to buď rostoucím úmorem nebo rostoucí anuitou. Pro dlužníka má výhodu, neboť zisky plynoucí z nové investice obvykle po odstranění počátečních obtíží postupně rostou.

### Kritéria technicko-ekonomické efektivity

Cílem použití kritérií technicko-ekonomické efektivity je v projekční i provozní praxi:

- vybrat optimální variantu projektované investice nebo způsobu provozu, která zajistí podnikatelskému subjektu maximální zisk při dodržení limitovaného objemu investičních prostředků,
- sestavit pořadí všech posuzovaných variant podle jejich technicko-ekonomické efektivity jako podklad pro respektování neekonomických faktorů.

**Kritérium ročních výrobních nákladů** lze použít, kdy posuzované varianty mají shodné tržby a ekonomické životnosti (a tok hotovosti je každý rok stejný po celou dobu ekonomické životnosti):

$$N_{vT} = N_{pT} + a_{Tz} N_{ip} = \min. \quad (7.33)$$

**Kritérium aktualizovaného zisku** (současná hodnota diskontovaného toku hotovosti Net Present Value - NPV) je definováno vztahem

$$Z_{Tz} = \sum_{T=1}^{Tz} (V_T - N_{pT}) r^{-T} - N_{ip} = \max. \quad [\text{Kč}] \quad (7.34)$$

Toto kritérium platí přesně pouze v případě, že porovnávané varianty mají stejnou dobu životnosti  $T_z$  a že investor má neomezené investiční prostředky. Existují modifikace tohoto kritéria, u nichž není nutno uvedené podmínky splnit.

### Kritérium vnitřní úrokové míry (vnitřní výnosnost, Internal Rate of Return, IRR).

Vnitřní úroková míra je definována jako taková úroková míra, při níž posuzovaná varianta není ani zisková, ani ztrátová:

$$\sum_{T=1}^{Tz} (V_T - N_{pT}) r_i^{-T} - N_{ip} = 0 \quad (7.35)$$

Zde značí  $r_i = 1 + p_i$  [1] vnitřní úročitel a  $p_i$  [1] vnitřní úrokovou míru. Kritérium vnitřní úrokové míry se obvykle vyjadřuje podmínkou  $p_i > p$  [1], tj. investice je ekonomicky efektivní, jestliže její vnitřní úroková míra je větší než platná (tržní, podniková) úroková míra.

**Kritérium diskontovaného toku hotovosti** (Discounted Cash Flow) je vhodné pro posuzování různorodých investic (např. při etapové výstavbě):

$$Z = \sum_{T=1}^{Tp} (V_T - N_{pT} - N_{iT} - \Sigma D - \Sigma S_u) r^{-T} - N_{ip} = \max. \quad (7.36)$$

kde  $N_{iT}$  jsou investiční náklady dílčí investice uvedené do provozu v roce  $T$ . Tento vztah se obvykle znázorňuje graficky v závislosti na čase pro jednotlivé provozní roky  $T_p$ . Pro první roky provozu je  $Z$  záporné a teprve po určité době dosáhne kladné hodnoty. Doba, kdy  $Z(T_p) = 0$  [Kč] (7.37) se nazývá doba návratnosti (měla by být co nejkratší) a považuje se rovněž za určitý druh kritéria technicko-ekonomické efektivity.

### Uplatnění kogenerace ve volném trhu s energií

V případech, kdy je biomasa použita jako palivo pro kogenerační jednotku, lze pomocí kritérií uvedených v předchozí kapitole určit ekonomickou efektivity kogenerační jednotky správně pouze tehdy, podaří-li se všechnu vyrobenou elektřinu a teplo prodat. Na volném trhu s energií však tato podmínka nemusí být splněna, neboť konkurenční subjekt (např. plynová výtopna) může prodávat energii za výhodnějších podmínek. Podmínkou úspěšného proniknutí na trh je proto dosažení tak nízkých výrobních nákladů na elektřinu a teplo, které by umožnily prodávat za konkurenční ceny a ještě vytvářet zisk. Protože kogenerační jednotka dodává na trh dva produkty - elektřinu a teplo, je nutno přijatelnou výši výrobních nákladů odvodit z velikosti výkupních cen za elektřinu a teplo.

Velmi názorně to lze provést pomocí tzv. charakteristiky ekonomické efektivity kogenerace.

Celkové roční výrobní náklady na elektřinu a teplo  $N_v$  lze rozdělit na výrobní náklady na elektřinu  $N_E$  a teplo  $N_Q$ :

$$N_v = N_E + N_Q \quad [\text{Kč/r}]. \quad [7.38]$$

Dělíme-li tyto náklady dodanou elektřinou  $E_d$ , dostaneme měrné výrobní náklady

$$n_v = N_v/E_d = N_E/E_d + N_Q Q_d/Q_d E_d = n_E + n_Q/\sigma \quad [\text{Kč/MWh}], \quad [7.39]$$

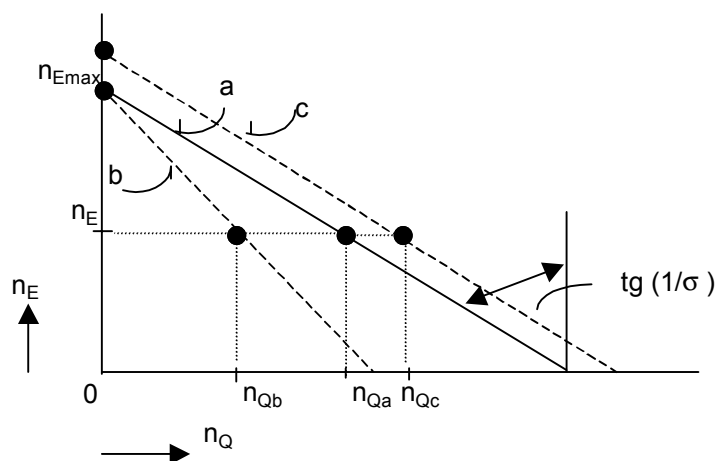
kde je

$$\sigma = E_d/Q_d \quad [\text{MWh/MWh}], \text{ tzv. modul teplotárenské výroby.} \quad [7.40]$$

Úpravou předposledního vztahu dostáváme výraz pro charakteristiku ekonomické efektivity kogenerace (teplárny):

$$n_E = n_v - n_Q/\sigma \quad [\text{Kč/MWh}], \quad [7.41]$$

jejíž grafické znázornění je naznačeno na obr. 7.2 (přímka  $a$ ).



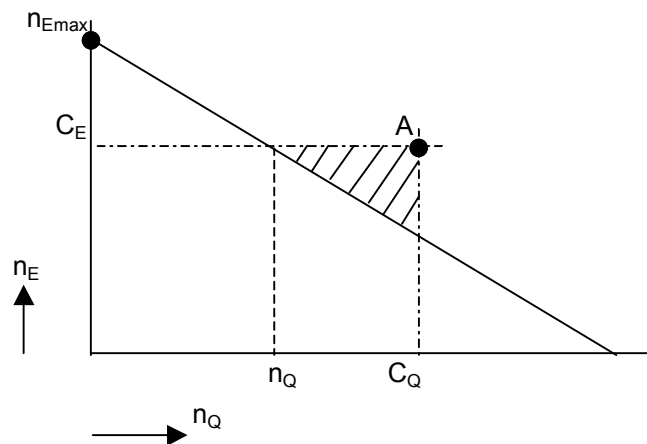
**Obr. 7.2** Charakteristika ekonomické efektivity teplárny



Přímka  $\underline{a}$  je geometrickým místem bodů, pro něž vždy příslušná dvojice  $n_E$  a  $n_Q$  dává stejné celkové výrobní náklady  $n_v$ . Vrchol trojúhelníka je dán maximálními měrnými náklady na elektřinu  $n_{E_{max}}$ , které jsou dány stavem, kdy kogenerační jednotka nedodává teplo, ale jen elektřinu.

Jestliže se např. zhorší účinnost výroby elektřiny (nebo zvýší cena paliva), hodnota  $n_{E_{max}}$  se zvýší a přepona trojúhelníka se posune do polohy  $\underline{c}$  (za jinak stejných podmínek). Změní-li se u kogenerační jednotky poměr  $E_d/Q_d$  tak, že se např. při stejné dodávce elektřiny zvětší dodávka tepla, hodnota teplotního modulu se zmenší a přepona trojúhelníka je strmější (přímka  $\underline{b}$  za jinak stejných podmínek). Úhel, který svírá přepona trojúhelníka se svislicí je roven  $\text{tg}(1/\sigma)$ . Z diagramu je zřejmé, že nákladům na elektřinu  $n_E$  odpovídají v případě  $\underline{b}$  menší náklady na teplo  $n_{Qb}$ , kdežto v případě  $\underline{c}$  jsou náklady větší ( $n_{Qc}$ ).

Zakreslíme-li do stejného diagramu výkupní cenu elektřiny ( $C_E$ ) a prodejní cenu tepla konkurenčního subjektu ( $C_Q$ ) - viz obr. 7.3 - lze zjistit, zda navrhovaná kogenerační jednotka může být ekonomicky úspěšná, či nikoliv.



**Obr. 7.3 Trojúhelník obchodních příležitostí**

Jestliže průsečík přímek znázorňujících cenu elektřiny a tepla (bod A) leží vně plochy trojúhelníka, vytváří se na vnější straně přepony plocha (šrafovaná), která představuje tzv. oblast obchodních příležitostí. Prodává-li se elektřina z kogenerační jednotky za cenu  $C_E$ , pak lze teplo nabídnout za cenu pohybující se mezi hodnotami  $n_Q$  až  $C_Q$  (v případě, že prodejní cena tepla bude rovna  $n_Q$ , bude ovšem zisk nulový). V případě, že by průsečík A ležel uvnitř plochy trojúhelníka, byl by provoz kogenerační jednotky ztrátový. Jediné možné řešení s cílem dosáhnout pozitivní ekonomický efekt by pak spočívalo v posunutí přepony tak, aby bod A ležel opět mimo plochu trojúhelníka (zvýšením účinnosti výroby elektřiny, snížením ceny paliva, investičních nákladů, zvýšením podílu  $Q_d/E_d$  apod.).

## **8. Porovnání různých způsobů vytápění rodinného domku**

*(Příklad ekonomického posouzení využití biomasy)*

Jako příklad ekonomického posouzení využití biomasy k vytápění rodinného domku je v dalším porovnáno topení biomasou s ostatními způsoby vytápění. Výpočet byl proveden pomocí bilančního modelu GEMIS. Použitá vstupní data odpovídají průměrným cenám a nákladům dle cenové úrovně roku 1999. Hlavní vstupní hodnoty jsou uvedeny v tab. 8.1.

Výkon topného zařízení byl uvažován 100 GJ/r, což při době využití instalovaného výkonu 1600 h/r odpovídá tepelnému výkonu cca 17,4 MW, diskontní míra byla volena 10,5 %/r. Pro každou variantu vytápění byly vypočteny:

- roční náklady na vytápění, a to jako interní náklady (I. Kosten total), tj. jako náklady bez uhlíkové daně, a jako externí náklady (E. Kosten total), tj. jako náklady na případnou uhlíkovou daň, která byla volena 500 Kč/t CO<sub>2</sub>, popř. jako suma těchto nákladů,
- emise SO<sub>2</sub> (emise "SO<sub>2</sub> CZ" jsou emise místní, "SO<sub>2</sub> andere" jsou emise vzniklé mimo analyzovaný proces),
- emise CO<sub>2</sub> ("CO<sub>2</sub> CZ" jsou emise místní, "CO<sub>2</sub> andere" jsou emise vzniklé mimo analyzovaný proces).

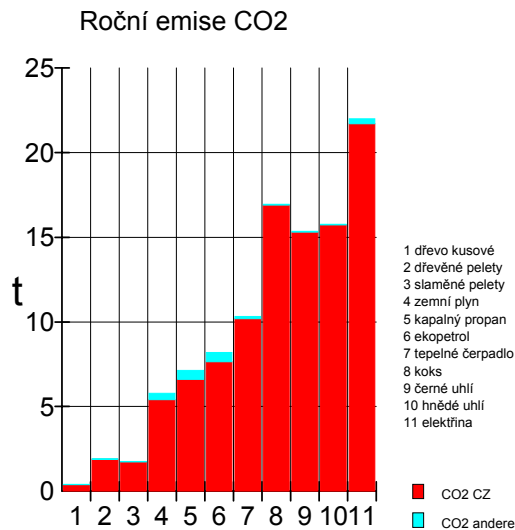
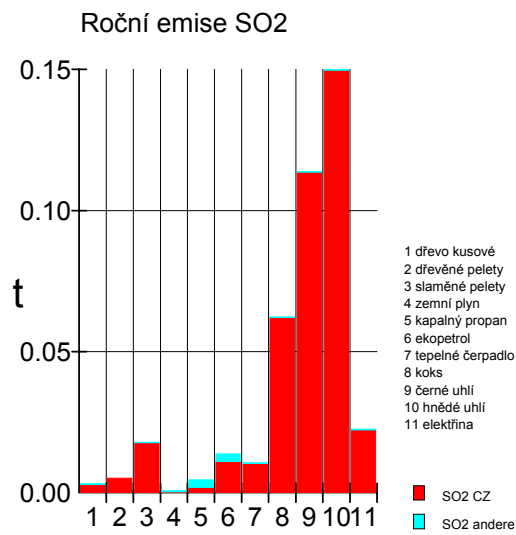
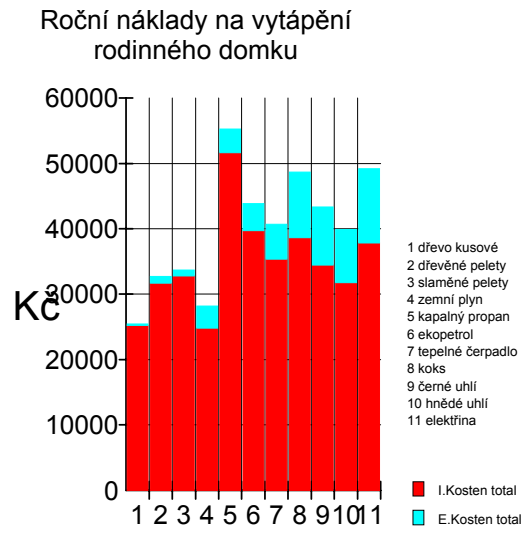
Výsledky jsou uvedeny na následujících sloupcových grafech na obr. 8.1. Z porovnání vyplývá:

- Největším konkurentem vytápění biomasou je zemní plyn. Bez uvažování uhlíkové daně (tmavé sloupce) je topení zemním plynem při daných cenách nejlevnější. Při uvažování uhlíkové daně je nejlevnější topení kusovým dřevem, na druhém místě je zemní plyn a pak následuje topení dřevěnými nebo slaměnými peletami a další způsoby vytápění.
- Emise SO<sub>2</sub> jsou nejnižší při vytápění zemním plynem, dřevem a propanem. U slaměných pelet je emise SO<sub>2</sub> v důsledku vyššího obsahu síry ve slámě vyšší. Emise SO<sub>2</sub> z různých druhů biomasy jsou však v každém případě nižší než u ostatních tuhých fosilních paliv.
- Emise CO<sub>2</sub> jsou jednoznačně nejnižší u biomasy než u všech ostatních paliv.

**Tab. 8.1 Hlavní vstupní hodnoty pro porovnání různých způsobů vytápění rodinného domku**

		Dřevo kusové	Pelety		Zemní plyn	Kapalný propan	Ekopetrol	Tepelné čerpadlo	Koks	Uhlí		Elektřina
			dřevěné	slaměné						černé	hnědé	
Cena paliva	Kč/GJ	85	200	200	100	322	305	181,62	140	60	40	476,99
Výhřevnost	MJ/kg (m <sup>3</sup> )	15,30	17,54	15,46	36,02	93,21	42,0	-	28,6	24,50	16,8	-
W	%	14,4	7,42	10,0	-	-	0,15	-	4,0	10,0	30,07	-
A	%	0,5	0,6	5,47	-	-	0,10	-	11,0	13,0	8,48	-
S	%	0,02	0,02	0,10	-	-	0,10	-	0,60	0,90	0,61	-
Účinnost	%	75	80	80	87	85	85	260	67	65	65	99
Měrné investiční náklady	Kč/kW	3000	3000	3000	5000	10000	8000	10000	2000	1500	2000	2700

Obr. 8.1



## 9. Využití energetického potenciálu regionu

### Regionální strategický rozvojový dokument

Regionální rozvojové programy budou podle požadavku EU spolu se sektorovými rozvojovými dokumenty integrovány do Národního rozvojového plánu ČR. Ten musí obsahovat základní cíle hospodářské politiky a sociální soudržnosti ČR pro období 2000 - 2006. Těžiště strategického rozvojového dokumentu spočívá ve vytvoření souboru opatření, norem a předpisů umožňujícím regionálním orgánům efektivní řízení a rozvoj regionu v evropských souvislostech při plném respektování zásad jeho trvale udržitelného rozvoje. Tyto nástroje umožní bezkonfliktní, rychlé a kvalifikované rozhodování ve smyslu dlouhodobé politiky i zájmů spravovaného regionu. Soubor "evropských" nástrojů umožní zdokonalit systémové řízení regionů a "evropskou" transformaci hlavních oblastí infrastruktury, zejména v oblastech:

1. **energetika** (zásobování a úsporné hospodaření s energiemi, vliv energetiky na znečišťování životního prostředí, obnovitelné zdroje, atd.),
2. **doprava** (strategie volby a řízení ekologicky šetrných způsobů dopravy, ochrana před emisemi a hlukem, zábery, nehody a bezpečnost),
3. **zásobování a hospodaření se surovinami** (zásobování vodou, znečišťování povrchových vod - kanalizace a čistírny odpadních vod, těžba nerostných surovin a rekultivace devastovaných území, odpady a jejich využívání),
4. **územní plánování** (zavádění systému modelů, scénářů a rozhodovacích metod do plánování a managementu měst a regionů, hodnocení vlivů na životní prostředí).

Hlavním výsledkem a přínosem vytvoření souboru nástrojů k systémovému politickému manažerství je:

- sladění sektorových politik
- zlepšení spolupráce politických manažerů a podnikových manažerů
- umožnění aktivní spoluúčasti veřejnosti
- připravenost regionů na změněné podmínky po vstupu do EU
- minimalizace konfliktních bodů s EU
- minimalizace cen vstupů do regionální ekonomiky a tedy maximalizace přidané hodnoty umožňující vyšší zaměstnanost regionu.

Pro Evropskou unii bude mít takto připravená ČR velký význam neboť:

- přiřčení ČR k EU bude méně problémové a umožní zrychlení procesu integrace
- sníží náklady se zaváděním evropského systému v podmínkách ČR
- ověří se již v předstihu před vlastní integrací do EU evropské principy regionálního managementu v podmínkách bývalé země s centrálně řízeným hospodářstvím
- zjednoduší se spolupráce s podniky a organizacemi zemí EU ještě před přiřčením ČR.

### Využití energetického potenciálu regionu

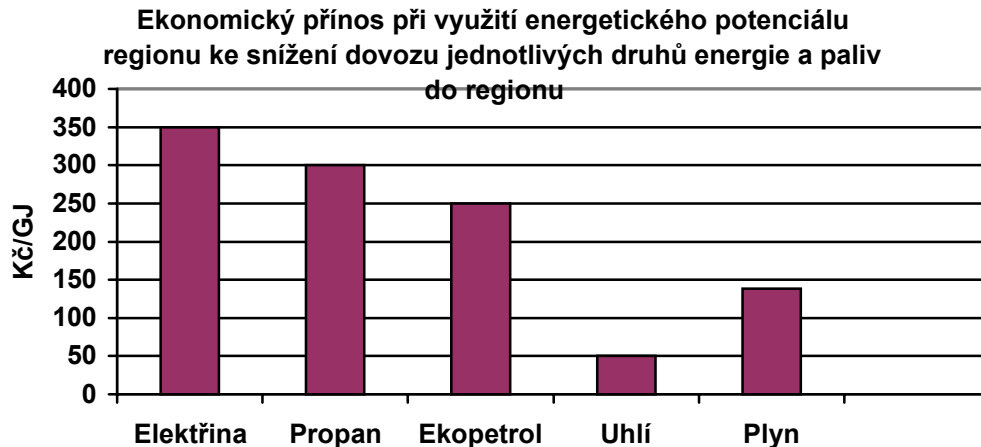
Využití místního energetického potenciálu regionu je jednou z nejvýznamnějších cest ke zvýšení životní úrovně a zaměstnanosti. V každém regionu působí podnikatelské subjekty ať již fyzické či právnické osoby, které spotřebovávají energii. Cena za tuto energii snižuje přidanou hodnotu, která v těchto podnicích vzniká. Zároveň je v regionu spotřebovávána energie v domácnostech a v úřadech a rozpočtových organizacích státní správy a samosprávy. Peníze, které jsou zaplacené za tuto energii nemohou být použity na nákup jiného zboží a služeb. A pokud je tato energie do regionu dovážena, pak tyto peníze region opouštějí a v regionu nepracují ani nevytvářejí pracovní místa.

Úkolem strategického regionálního dokumentu v oblasti energetiky je nalézt cesty jak tyto peníze v regionu udržet. Existují k tomu tři cesty, které tvoří společně souhrnný energetický potenciál regionu:

1. Cesta snižování spotřeby energie na užitek, který její spotřeba poskytuje (tepelná pohoda, ohřev vody, osvětlení, chlazení, pohon strojů, atd.) - tj. **energetický potenciál regionu v oblasti spotřeby energie**.
2. Cesta využití místních zdrojů, obvykle to budou zdroje obnovitelné (biomasa, malé vodní elektrárny, větrná energie, sluneční energie, geotermální energie, energie z odpadů, využití odpadního tepla) - tj. **energetický potenciál regionu v oblasti zdrojů energie**.
3. Cesta zdokonalování využívání primární energie zvyšováním účinnosti energetických přeměn (rozvoj kogenerace, zvyšování účinnosti kotlů) a snižováním ztrát při dopravě energie (zejména tepla) - tj. **energetický potenciál regionu v oblasti energetických přeměn a dopravy energie**.

Následující obrázek ukazuje ekonomický přínos snížení dovozu energie do regionu využitím jeho vlastního energetického potenciálu v důsledku úspory spotřeby, nebo využití místních zdrojů energie, či vybudování kogenerační jednotky, nebo kombinací všech tří způsobů. Z obrázku je zřejmé, že úspora elektřiny, nebo její místní výroba má pro region třikrát větší přínos než úspora uhlí a dvakrát větší než úspora zemního plynu.

Obr. 9.1



V oblasti snižování spotřeby je třeba začít snižováním spotřeby energie v budovách, neboť v nich se spotřebovává přibližně 40% energie spotřebované v regionu. Snaha o snížení spotřeby energie by měla započít jejím strukturovaným sledováním a vyhodnocováním - tzv. pasportizací. Počáteční snížení spotřeby lze obvykle dosáhnout s minimálními náklady. Jako první krok doporučujeme navštívit kterékoli konzultační a informační středisko EKIS České energetické agentury, nebo zavolat její INFO LINKU.

V oblasti využití obnovitelných a alternativních zdrojů je třeba si uvědomit, že ačkoliv existuje celá paleta obnovitelných a alternativních zdrojů energie, v českých podmínkách tvoří nejvyšší potenciál energetické využití biomasy. Vzhledem k tomu, že energetické využití biomasy přináší významné výhody i v dalších oblastech ekonomiky jako např. zemědělství, neboť kromě udržování zaměstnanosti má i krajinnotvorný ráz, měly by být projekty řešeny jako regionální. Projekty by měly zahrnovat nejen pěstování a sběr biomasy, ale například i její peletizaci pro automatizované komfortní lokální vytápění. Vyřešení úplného technologického i obchodního řetězce by mělo např. zajistit pravidelný dovoz (obdobně jako oleje či kapalného propanu) a plnění zásobníků tak, aby občané a organizace nemuseli disponovat velkými skladovacími prostory.

V oblasti zvyšování účinnosti energetických přeměn přispívají k úspoře energie nejvíce kogenerační technologie, tj. společná výroba tepla a elektřiny, kterou lze ušetřit až 30% paliva oproti jejich oddělené výrobě. Návrh kogeneračního zdroje není jednoduchým problémem, má-li být komerčně úspěšný. Technologie řešení zdroje je nutno optimalizovat podle místních tržních podmínek, tj. podle obchodních smluv a jejich očekávaných změn. Nicméně strategický regionální dokument by měl řešit možnosti systematického vyhledávání a rozšiřování (i již stávajícího) soustředěného trhu tepla, který ekonomicky výhodnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny umožňuje uskutečnit.

Náklady spojené s omezením dovozu paliv do regionu vytváří převážně pracovní místa v regionu ať již se jedná o stavební firmy, inženýrské a montážní organizace, ale i zemědělské farmy. Protože malé firmy mají obvykle sídlo v regionu, zvýší se i daňové příjmy nutné pro výkon místní správy. Úspora spotřeby kapalných a plyných paliv se projeví ekonomicky příznivě i v rámci ekonomiky celého státu, neboť peníze neopustí nejen region, ale ani Českou republiku. Pro představu je třeba uvést, že nejde o žádnou nezanedbatelnou část regionální ekonomie, neboť obchod s energiemi (bez nafty a benzínu pro dopravu) činí v ČR řádově více než 200 miliard Kč ročně, tj. v průměru 20 tisíc Kč na obyvatele a několik miliard v každém okrese.