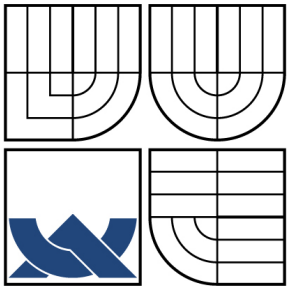
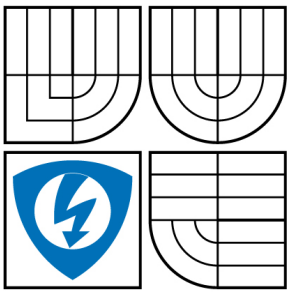


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOMASY

UTILIZATION OF BIOMASS ENERGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

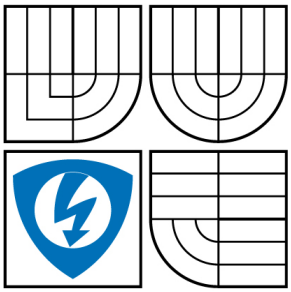
AUTOR PRÁCE — MARTIN HORVÁTH

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. ZDENĚK PROCHÁZKA

SUPERVISOR

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student:	Horváth Martin	***ID:***	47049
Ročník:	3	***Akademický rok:***	2007/2008

NÁZEV TÉMATU:

Energetické využití biomasy

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. biomasa,
2. možnosti energetického využití (chemické přeměny, chemické přeměny ve vodním prostředí, biologické procesy),
3. praktický návrh zařízení pro výrobu el. energie z biomasy,
4. ekonomické zhodnocení.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího.

Termín zadání:	17.12.2007	***Termín odevzdání:***	4.6.2008

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Procházka

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práve třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Martin Horváth
Bytem: Popelákova 6, 62800, Brno - Líšeň
Narozen/a (datum a místo): 4.8.1982, Brno

(dále jen "autor")

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 60200 Brno 2
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

(dále jen "nabyvatel")

Článek 1
Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
   - ☐ disertační práce
   - ☐ diplomová práce
   - ☑ bakalářská práce

   jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Energetické využití biomasy
Vedoucí/školitel VŠKP: Ing. Zdeněk Procházka
Ústav: Ústav elektroenergetiky
Datum obhajoby VŠKP: .....

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☑ tištěné formě - počet exemplářů 1
- ☑ elektronické formě - počet exemplářů 1

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizovaní výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
   - ☑ ihned po uzavření této smlouvy
   - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
   - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
   - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
   - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy

   (z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísni a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: .....

....

Nabyvatel Autor

Bibliografická citace práce:

HORVÁTH, M. *Energetické využití biomasy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 51 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Zdeněk Procházka.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce >>.....<< za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou literaturu a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

……

ABSTRAKT

Obnovitelné zdroje energie a jejich rozvoj přináší otázky jak tyto zdroje co nejlépe využít. Hlavním cílem mé bakalářské práce je seznámení se způsoby přeměny biomasy na energetický potenciál a jeho využití. Poté je uveden vlastní návrh bioplynové stanice a výpočet množství vyprodukované elektrické energie ve zvolené kogenerační jednotce na základě údajů o měrné produkci exkrementů chovaných prasat a produkci bioplynu z kejdy. Výsledkem je zhodnocení ekonomiky provozu bioplynové stanice pro zemědělský podnik podle počtu chovaných prasat a možnosti využití elektrické energie.

KLÍČOVÁ SLOVA: Biomasa; bioplyn; zemědělství; kejda; anaerobní digesce; bioplynová stanice; fermentor

ABSTRACT

Restoring sources of a energy and their development brings questions how these can be these sources the best utilized. The main aim of my bachelor`s thesis is an acquainted with methods of biomass conversion to energetic potential and his advantage. Than is mentioned proper project of the biogas plant and calculation of produced electric energy quantity in select cogeneration unit base on data on specific excrements production bred pigs and biogas production from slurry. The result is a variant evaluation of economy of the biogas plant operation for agricultural enterprise according to number of bred pigs and possibility of electric energy utilization.

KEY WORDS: Biomass; biogas; agriculture; slurry; anaerobic digestion; biogas plant; fermenter

OBSAH

Seznam obrázků 10
Seznam tabulek 11
Seznam symbolů a zkratek 12
1 Úvod 14
2 Charakteristika současného stavu řešené problematiky 15
3 Cíle práce 16
4 Biomasa 16
4.1 Přehled zdrojů biomasy 16
4.2 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům 17
4.3 Druhy biomasy 18
4.4 Moderní technologické možnosti využití biomasy 18
4.4.1 Chemické a termochemické přeměny 19
4.4.2 Chemické přeměny ve vodním prostředí 23
4.4.3 Biologické procesy 23
5 Bioplyn (Anaerobní digesce) 24
5.1 Vznik bioplynu 25
5.2 Druh a složení substrátu 29
5.3 Technologie a zařízení na výrobu bioplynu 29
5.4 Kogenerace 33
6 Výroba z biomasy v ČR 35
6.1 Výroba elektrické energie z biomasy 35
6.2 Výroba tepelné energie z biomasy 36
6.3 Zahraniční obchod z biomasou 37
7 Bioplynová stanice 38
7.1 Koncepce bioplynové stanice 38
7.2 Výpočet bioplynové stanice 39
7.3 Ekonomické zhodnocení bioplynové stanice 42
7.3.1 Celkové investiční náklady na bioplynovou stanici 43
7.3.2 Bankovní úvěr 45
7.3.3 Roční zisky bioplynové stanice 45
8 Závěr 50
Použitá literatura 51

Seznam obrázků

Obr. 2-1 Podíl OZE na celosvětové bilanci primárních energetických zdrojů [2] 15
Obr. 2-2 Podíl OZE na celosvětové výrobě elektrické energie [2] 15
Obr. 4-1 Technologické rozdělení biomasy 19
Obr. 4-2 Brikety, pelety a dřevní štěpka [7] 20
Obr. 4-3 Pilotní pyrolýzní jednotka na biomasu s kapacitou výroby bio-oleje 5t / den [7] 22
Obr. 4-4 Čerpací stanice na Methanol a Ethanol [7] 24
Obr. 5-1 Výtěžnost bioplynu z různých surovin [5] 25
Obr. 5-2 Vliv teploty vyhnívajícího procesu a doby kontaktu na množství a složení vyrobeného plynu [5] 27
Obr. 5-3 Vliv teploty na dosažitelné množství plynu ve vztahu k hodnotě dosažené při optimálních teplotních poměrech [5] 28
Obr. 5-4 Anaerobní reaktor (fermentor) [6] 30
Obr. 5-5 Metody získávání bioplynu [5] 31
Obr. 5-6 Bio-plynová stanice [7] 32
Obr. 5-7 Porovnání účinnosti výroby energie [8] 33
Obr. 5-8 Princip trigenerace [9] 34
Obr. 7-1 Princip výroby bioplynu 38
Obr. 7-2 Návratnost investic bioplynové stanice bez získaných dotací 49
Obr. 7-3 Návratnost investic bioplynové stanice se získanými dotacemi 49

Seznam tabulek

Tab. 4-1 Přehled hlavních zdrojů biomasy v ČR [2] 17
Tab. 5-1 Dotace [9] 34
Tab. 6-1 Výroba elektrické energie z biomasy v r.2006 [1] 35
Tab. 6-2 Výroba elektrické energie z biomasy podle jejich typů v r.2006 [1] 35
Tab. 6-3 Výroba elektrické energie z biomasy podle krajů v r.2006 [1] 36
Tab. 6-4 Výroba tepelné energie z biomasy v r.2006 [1] 36
Tab. 6-5 Přímé dodávky tepla podle sektorů v r.2006 [1] 37
Tab. 6-6 Zahraniční obchod s biomasou vhodnou k energetickým účelům (tuny) [1] 37
Tab. 7-1 Množství jednotlivých druhů prasat 39
Tab. 7-2 Produkce výkalů a množství bioplynu od jednotlivých druhů prasat [4] 39
Tab. 7-3 Prokvašená, vodou zředěná směs prasečích výkalů bez steliva [6] 40
Tab. 7-4 Kogenerační jednotka firmy Tedom [9] 41
Tab. 7-5 Výkupní ceny pro spalování bioplynu [8] 42
Tab. 7-6 Celkové investiční náklady stavební části 43
Tab. 7-7 Celkové investiční náklady technické části 43
Tab. 7-8 Celkové náklady na údržbu a opravy bioplynové stanice 44
Tab. 7-9 Ekonomický rozpočet bioplynové stanice bez získaných dotací po dobu 15 roků 47
Tab. 7-10 Ekonomický rozpočet bioplynové stanice se získanými dotacemi po dobu 15 roků . 48

Seznam symbolů a zkratek

CO_2	Oxid uhličitý
EU	Evropská unie
OZE	Obnovitelné zdroje energie

ρ_k	Objemová hmotnost kejdy	$[\,kg / m^3\,]$
τ_s	Doba držení substrátu ve fermentoru	$[\,den\,]$
η_{el}	Činitel využití bioplynu	$[\,kWh_{el} / m^3\,]$
C	Výnos z výroby proudu	$[\,Kč / rok\,]$
C_E	Výkupní cena výroby proudu	$[\,kč\,]$
d	Počet dní provozu bioplynové stanice v roce	$[\,den\,]$
D	Daň	$[\,Kč / rok\,]$
i	Úroková sazba	[%]
M_i	Počet chovaných zvířat stejného druhu	$[\,kus\,]$
n	Doba splácení	$[\,rok\,]$
N_I	Investiční náklady	$[\,kč\,]$
N_P	Výše půjčky	$[\,kč\,]$
N_V	Vlastní financocání	$[\,kč\,]$
q_i	Průměrná produkce výkalů jednotlivých druhů prasat	$[\,kg / den\,]$
q_p	Průměrná produkce bioplynu pro jednotlivé druhy	$[\,m^3 / den\,]$
O_C	Celkové náklady na opravy a údržbu	$[\,Kč / rok\,]$
O_O	Celkové odpisy	$[\,Kč / rok\,]$
O_P	Pojištění	$[\,Kč / rok\,]$
O_S	Odpisy stavby	$[\,Kč / rok\,]$
O_T	Odpisy techniky	$[\,Kč / rok\,]$
O_{US}	Opravy a údržba stavby	$[\,Kč / rok\,]$
O_{UT}	Opravy a údržba techniky	$[\,Kč / rok\,]$
P_D	Denní množství vyrobené energie	$[\,kW\,]$
P_{el}	Navrhovaný výkon kogenerační jednotky	$[\,kW\,]$
P_{Ch}	Spotřeba proudu na potřeby chovu	$[\,kWh / rok\,]$
P_{KJ}	Výkon kogenerační jednotky	$[\,kW\,]$
P_O	Spotřeba proudu bioplynovou stanicí a provozem	$[\,kWh / rok\,]$
P_R	Výroba elektrické energie	$[\,kWh / rok\,]$
P_S	Spotřeba proudu bioplynové stanice	$[\,kWh / rok\,]$
Q_{BP}	Množství vyprodukovaného bioplynu	$[\,m^3 / den\,]$
Q_D	Dávka surového materiálu	$[\,m^3 / den\,]$
Q_K	Množství vyprodukované kejdy	$[\,kg / den\,]$
r	Doba od uvedení stanice do provozu	$[\,rok\,]$

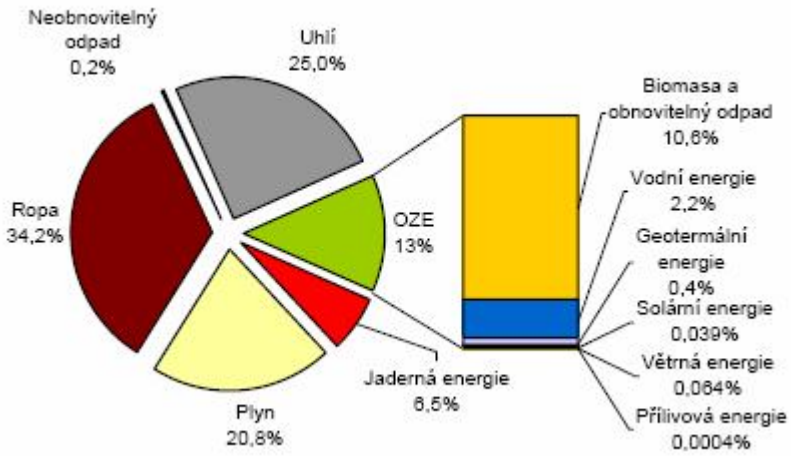
sp	Spotřeba plynu kogenerační jednotkou	[m^3 / h]
S	Splátka	[$Kč / rok$]
t	Doba provozu kogenerační jednotky	[h]
T	Hotovostní tok	[$kč$]
T_M	Kumulovaný hotovostní tok	[$kč$]
U_M	Úmor	[$Kč / rok$]
U_R	Úrok	[$Kč / rok$]
V_f	Objem fermentoru	[m^3]
Z_C	Čistý zisk	[$Kč / rok$]
Z_D	Zůstatek dluhu	[$Kč / rok$]
Z_H	Hrubý zisk	[$Kč / rok$]

1 Úvod

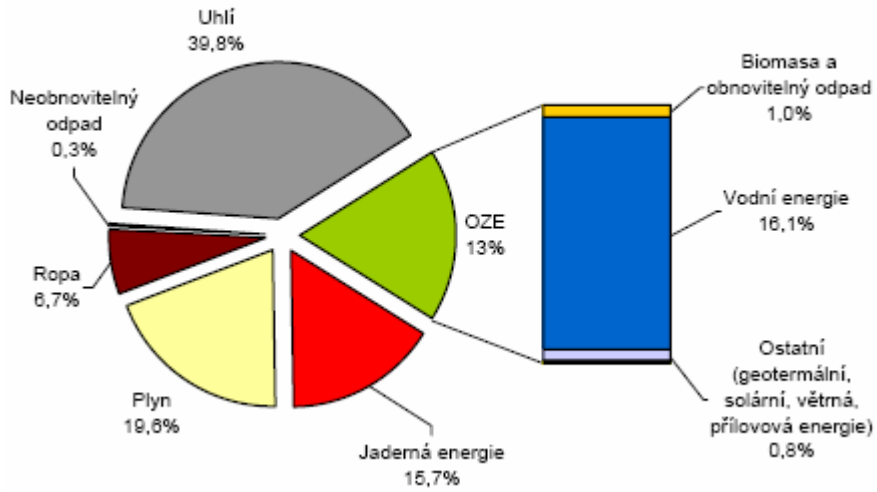
Hovoříme-li o biomase můžeme říci, že se jedná o hmotu organického původu. Je to současně jeden z nejuniverzálnějších a nejrozšířenějších zdrojů energie na Zemi. Jedná se především o materiál z rostlinného a živočišného původu na průmyslové a energetické využití. Ve světě je do biomasy, která je určená právě k energetickému využití vkládána naděje, že bude alternativním obnovitelným zdrojem, který v budoucnu nahradí určitou část dnes docházejících neobnovitelných zdrojů energie, jako je uhlí, zemní plyn, ropné produkty a také redukuje problémy spojené s jejich získáváním, zpracováním a využíváním s ohledem na ochranu životního prostředí.

2 Charakteristika současného stavu řešené problematiky

Podíl obnovitelných zdrojů energie (dále OZE) na celkové výrobě energie je poměrně malý. V současnosti dosahuje podíl biomasy na celosvětové spotřebě energie cca 11% *(Obr. 2-1)*, a to zejména díky vysokému podílu biomasy v rozvojových zemích. Celkový instalovaný výkon tepláren a elektráren využívající biomasu je přibližně kolem 45kW za rok což je ve světě asi 1% celkového instalovaného výkonu *(Obr. 2-2)*. Nejvyšší výkon zdrojů na biomasu je v USA, Brazílii, a Filipínách. V Evropské Unii sou to převážně Finsko a Švédsko.



Obr. 2-1 Podíl OZE na celosvětové bilanci primárních energetických zdrojů [2]



Obr. 2-2 Podíl OZE na celosvětové výrobě elektrické energie [2]

V ČR se stala biomasa již poměrně běžným energetickým zdrojem. Mimo několika desítek tisíc rodinných domů, ve kterých jsou využívány kotle na polenové dřevo s tepelným výkonem do 50 kW, je dnes u nás v průmyslu přes 100 zdrojů využívajících biomasu s výkonem nad 1 MW. Dřevní odpady se spalují v dalších cca 35 kotelnách dřevozpracujícího průmyslu s max. tepelným výkonem 3 MW. V poslední době se rozšířilo i spalování biomasy v konvenčních tepelných elektrárnách či teplárnách využívajících tuhá fosilní paliva.

3 Cíle práce

Cílem práce je dozvědět se něco o biomase jednom odvětví z OZE, možnosti energetického využití a způsoby přeměny biomasy na elektrickou energii. Dále uvést praktický návrh zařízení pro výrobu elektrické energie z biomasy. Nakonec je uvedeno ekonomické zhodnocení tohoto zařízení.

4 Biomasa

4.1 Přehled zdrojů biomasy

V souvislosti s energetickým využitím biomasy a jejích následných produktů lze v našich podmínkách využit především zbytky ze zemědělství (sláma, zvířecí exkrementy) zbytky dřevní hmoty z lesnictví (větve, kůra, pařezy) dřevozpracujícího průmyslu (odřezky, piliny, hobliny, třísky) produkty záměrné výrobní činnosti a pěstováni v zemědělství a lesnictví (palivové dřevo, energetické rostliny a plodiny), nebo různým způsobem separovanou biologicky rozložitelnou složku odpadu z potravinářské výroby a komunálního odpadu a dále vedlejší produkty z komunálního hospodářství (čistírenské kaly, skládkový plyn).

Tab. 4-1 Přehled hlavních zdrojů biomasy v ČR [2]

Sektor	Zdroj	Typ zdroje
Zemědělství	Zbytky a odpady z rostlinné výroby	Suchá lignocelulózová biomasa (sláma, zbytky po lisování olejů, odpadní zrno, ekonomicky neprodejné produkty apod.)
	Odpady ze živočišné výroby	Mokrá celulózová biomasa (hnůj, kejda, podestýlka apod.) Suchá lignocelulózová biomasa (drůbeží trus, zbytky krmiv apod.)
	Energetické plodiny	Plody/semena olejnin (řepka, slunečnice, len apod.) Cukernaté a škrobnaté plodiny (cukruvá řepa, obilniny, brambory apod.)
	Energetické byliny a dřeviny	Suchá lignocelulózová biomasa (topol,olše, akát, šťovík, konopí, apod.)
	Odpadní travní hmota	Mokrá hmota celulózová biomasa (tráva z údržby trvale zatravněných ploch apod.)
	Odpadní dřevní hnota	Suchá lignocelulózová biomasa (zbytky po likvidaci křovin a náletů, odpady ze sadů a vinic)
Lesnictví	Palivové dřevo	Suchá lignocelulózová biomasa
	Zbytky a odpady z lesnictví	Suchá lignocelulózová biomasa (větve, kůra, pařezy, probírkové dřevo, manipulační odřezky apod.)
Průmysl	Zbytky a odpady z průmyslu	Suchá lignocelulózová biomasa (zbytky z dřevařskýho průmyslu - piliny, hobliny, odřezky apod.) Mokrá celulózová biomasa (organický odpad z potravinářství - jatkam mlékarny, lihovary, povovary apod.)
		Sulfátové výluhy (odpad z papírnictví)
Odpadové hospodářství	Tuhý komunální odpad	Dřevo z demolic a sběrných dvorů
		Směsný komunální odpad
		Odpad na skládkách
		Separovaný BRKO
	Čištění odpadních vod	Čistírenský kal (komunální a průmyslové ČOV)
Údržba veřejné a soukromé zeleně	Odpadní dřevní hnota	Suchá lignocelulózová biomasa (dřevo z údržby parků, zahrad, ochranných pásem, břehových porostů apod.)
	Odpadní travní hmota	Mokrá celulózová biomasa (tráva z údržby parků, zahrad, zatravněných ploch)

4.2 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Využití energie biomasy je nutné rozdělit do několika podskupin, protože se při využívání těchto obnovitelných zdrojů jedná o celou řadu různých možností. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava (např. výroba bionafty z přírodních maziv). Možnosti využití, zpracování a o technologických procesech biomasy (*Obr. 4-1*) si řekneme dále.

4.3 Druhy biomasy

Z technologického hlediska existují dvě hlavní skupiny zdrojů energie biomasy:

Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům:

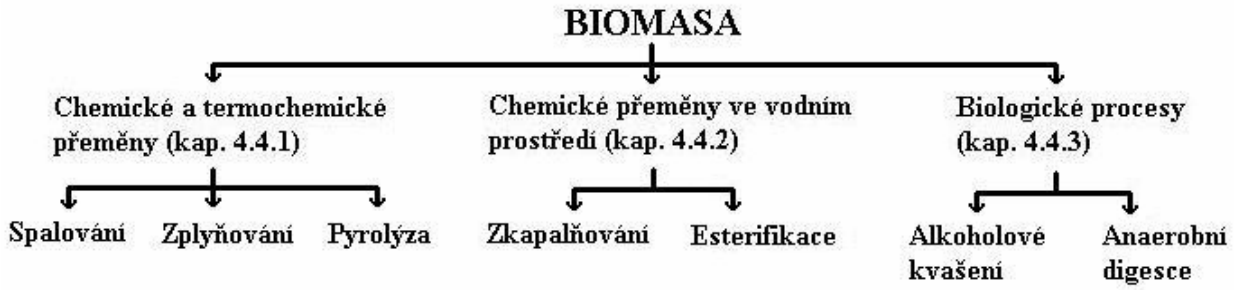
- energetické plodiny lignocelulózové
- energetické dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty a další)
- obiloviny (použijí se celé rostliny)
- travní porosty (sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty)
- ostatní rostliny (konopí seté, čirok, sléz, topolovka)
- energetické plodiny olejnaté (řepka olejka, slunečnice, len, dýně na semeno)
- energetické plodiny škrobnato – cukernaté (brambory, cukrová řepa)

Biomasa odpadní:

- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (sláma obilná, kukuřičná, řepková, zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic)
- odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů živočišných zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit)
- komunální organické odpady z venkovských sídel (kaly z odpadních vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů, odpadní organické hmoty z údržby zeleně a travnatých ploch)
- organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, odpady z mlékáren, odpady z lihovarů a konzerváren, odpady z vinařských provozoven, odpady z dřevařských provozů, jako jsou odřezky, hobliny, piliny)
- odpady z lesního hospodářství (kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, klest)

4.4 Moderní technologické možnosti využití biomasy

Z energetického hlediska je i dnes základním a nejčastějším konečným využitím biomasy její spalování. Vhodných technologií pro přeměnu biomasy a výrobu tepla a elektřiny je mnohem více. Výběr té nejvhodnější záleží na její dostupnosti, ceně, efektivitě, spolehlivosti, vlivu na životní prostředí a dalších kritériích. Řada technologií je ve stadiu vývoje či testování.



Obr. 4-1 Technologické rozdělení biomasy

4.4.1 Chemické a termochemické přeměny

Spalování

Výhodou spalování biomasy je v tom, že má téměř nulovou bilanci oxidu uhličitého (CO_2), který je považován ze jeden ze skleníkových plynů v zemské atmosféře. Spalování je nejstarší známá termochemická konverze biomasy. Biomasa je podle své formy spalována buď přímo, nebo jsou spalovány plynné či kapalné produkty jejího zpracování.

Technologie spalování je dokonale známá a nepředstavuje pro investory riziko. Produktem je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie. Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy. Je přijatelná i vyšší vlhkost suroviny. [6] Spalovat můžeme např. lesní odpad, dřevní štěpky, slámu, pelety, brikety z rostlinné biomasy, energetické technické plodiny, komunální organické odpady nebo odpady z dřevařských provozů (*Obr. 4-2*). Vzhledem k druhu biomasy a jejímu proměnnému složení je nutno věnovat velkou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin, kde je nutno především kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek, v některých případech i emise oxidů dusíku a organických látek. Zařízení pro přímé spalování biomasy se výkonově mohou pohybovat od několika kW do desítek MW. Moderní spalovací systémy jsou velmi podobné těm, které se využívají na spalování uhlí a vyznačují se účinností spalování až 90%. Tato zařízení představují u nás nejméně problémový a perspektivní tepelný zdroj využívající spalitelnou biomasu. Podle výkonu a technického provedení je možné je rozdělit na:

- **Lokální topeniště (obvykle o výkonech několika kW)**
  klasická kamna, krby, cihlové pece atd.

- **Malé kotle na biomasu- (cca 20 - 100 kW**)
  využívané pro vytápění rodinných domků či menších budov.

- **Střední kotle (nad cca 100 kW)**
  používají se pro větší zdroje ústředního vytápění, malé průmyslové budovy

- **Velké zdroje o tepelných výkonech v řádu MW**
  používají se pro průmyslové aplikace nebo systémy CZT či zdrojích elektřiny, které obvykle pracují v teplárenském režimu. Je možno použít prakticky jakoukoliv biomasu, obvykle se však v těchto zdrojích používá zejména štěpka, sláma a dřevní odpad.

Obr. 4-2 Brikety, pelety a dřevní štěpka [7]

Zplyňování

Další metodou přeměny biomasy je termochemická přeměna při vyšších teplotách a za přívodu omezeného množství kyslíku. Při pečlivé kontrole teploty, obsahu kyslíku a doby setrvání částic biomasy v reaktoru je možno prakticky všechen organický materiál přeměnit na plyn. Vznikající směs plynů má vysokou energetickou hodnotu a může být použita jak na výrobu tepla a elektřiny tak i jako pohon pro motorová vozidla který není úplně ideální protože vede ke snížení výkonu motoru asi o 40%. Ke zplyňování biomasy jsou v současné době používány dva základní způsoby:

- **Zplyňování v generátorech s pevným ložem**

Tato metoda je jednodušší než další zmíněná, méně investičně náročná, je však použitelná jen pro malé tepelné výkony. Zplyňování probíhá při nižších teplotách (kolem 500°C) a za atmosférického tlaku ve vrstvě biomasy. Vzduch jako okysličovací médium proudí bud' v souproudu (směr dolů) nebo v protiproudu (směrem nahoru) vzhledem k postupnému pohybu zplyňovaného biopaliva. Popelové zbytky se odvádějí ze spodní části reaktoru. Nevýhodou tohoto systému je značná tvorba dehtových látek, fenolů apod., kde je pak největším problémem jejich odstranění. [7]

- **Zplyňování ve fluidních generátorech**

U této metody zplyňovací proces probíhá při vyšších teplotách (850°C až 950°C) díky čemuž minimalizován obsah zbytků dehtových látek a vyšších uhlovodíků v plynu. Rozlišujeme zplyňování při atmosférickém tlaku a zplyňování v tlakových generátorech při tlaku 1,5 až 2,5 MPa, které je zatím ve vývoji. V současné době je dávána přednost systémům s atmosférickým zplyňováním a s tlakovým zplyňováním se uvažuje až u případných budoucích projektů tepelných center s vyššími výkony. [7] Výhřevnost takto vyrobeného plynu se pohybuje v rozmezí 4 – 6 MJ / m^3 (výhřevnost briket z rostlinné biomasy u spalování se pohybuje okolo 12 – 16 MJ / kg).

Využití plynu vyrobeného zplyněním biomasy je vhodné i pro řadu technologických procesů, kde tento plyn může nahradit zemní plyn. Výhodou je skutečnost, že plyn po výstupu z generátoru nemusí být speciálně čištěn, postačí jeho ochlazení na teplotu vhodnou pro klasické kotlové hořáky. Uplatnění najdeme např. v cementárnách, vápenkách atd.

Pyrolýza

Pyrolýzou je míněn termický rozklad organických materiálů za nepřístupu médií obsahujících kyslík. Podstatou pyrolýzy je ohřev materiálu nad mez termické stability přítomných organických sloučenin, což vede k jejich štěpení až na stálé nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek. [7] Rozmezí teplot používané u pyrolýzy je velké (300°C až 2000°C) a z technologického hlediska se podle těchto teplot rozdělují:

- nízkoteplotní (< 500°C)
- středněteplotní (500 - 800°C)
- vysokoteplotní (> 800°C)

V současnosti je pyrolýza považovaná za atraktivní technologii. Souvisí s tím i to, že probíhá při relativně nízkých teplotách, což vede k produkci nižších škodlivých emisí. Nízké emise při tomto procesu vedli i k pokusům o pyrolýzu takových materiálů jako jsou plasty nebo pneumatiky.

Rychlá pyrolýza

Rychlá pyrolýza je jedním z nejnovějších procesů ve skupině technologií, které mění biomasu ve formě dřeva a jiných odpadních materiálů na produkty vyšší energetické úrovně jako jsou plyny, kapaliny a pevné látky. [7] Z nich nás z energetického hlediska zajímá především kapalina - bio-olej, kterou lze snadno skladovat a přepravovat. Výhřevnost bio-oleje se pohybuje v rozmezí 16 – 19 MJ / kg. Správný průběh procesuje je dán extrémně rychlým přívodem tepla do suroviny v pyrolýzním reaktoru (cca 450°C až 600°C), krátkou dobou pobytu suroviny v reakční zóně (max. 2 sekundy) a co nejrychlejším ochlazením vzniklého

produktu čímž zkondenzuje a vznikne velký podíl tmavohnědé kapaliny o nízké viskozitě (bio-olej). Bio-olej lze snadno skladovat, přepravovat a po další úpravě může sloužit jako kvalitní kapalné palivo. Vedlejšími produkty rychlé pyrolýzy jsou pyrolýzní koks (do 15%) a pyrolýzní plyn (do 51%), které jsou obvykle využity ve vlastním pyrolýzním procesu pro výrobu tepla.

Produkci bio-oleje pyrolýzou lze uskutečnit z libovolného tuhého biopaliva. Jednou z nevýhod je, že bio-olej může obsahovat až 15 – 20% vody, je proto potřeba omezit obsah vody v bio-oleji použitím předsušené biomasy o vlhkosti nižší než 10%. Další podmínkou je potřeba rozdrcení biomasy na částice o velikosti cca 3 mm, což zabezpečí rychlý průběh reakce. Bio-olej získaný procesy rychlé pyrolýzy může být použit, po dalším čištění a úpravě, pro chemickou výrobu a pro mobilní dieselové motory nebo přímo sloužit jako topný olej pro kotle či jako palivo pro výrobu elektřiny ve spalovacích motorech a spalovacích turbínách. [6]

Obr. 4-3 Pilotní pyrolýzní jednotka na biomasu s kapacitou výroby bio-oleje 5t / den [7]

4.4.2 Chemické přeměny ve vodním prostředí

Zkapalňování

Tato technologie je zatím ve stádiu vývoje, ale vzhledem k vysoké kvalitě výsledných produktů může být v budoucnosti velmi zajímavá. Jedná se o technologii, která může potenciálně produkovat kvalitnější produkty s vyšší energetickou hustotou. Proces probíhá při teplotě cca 300 – 350°C a tlaku 12 – 20 MPa ve vodním prostředí. Primárním produktem je organická kapalina (bio-olej) se sníženým obsahem kyslíku (kolem 10%) a vedlejším produktem je voda obsahující rozpustné organické látky.

Esterifikace

Esterifikace je reakce alkoholu s kyselinou nebo s jejím derivátem za vzniku esteru a vody. Z olejnatých semen se lisuje olej. Ten se esterifikací, tj. nahrazením metylalkoholu za glycerin mění na metylester oleje (bio-nafta), který má podobné vlastnosti a výhřevnost jako motorová nafta. [11] Jeho rozložitelnost v přírodě je několikrát rychlejší než u běžné nafty, což má význam pro ochranu životního prostředí, vodních zdrojů apod. Základní surovinou pro výrobu bio-nafty je dnes v ČR řepka olejná, bionaftu lze vyrábět i ze lněného či slunečnicového oleje nebo i z použitých rostlinných olejů (např. z restaurací, zařízení hromadného stravování či potravinářského průmyslu). Výhodou bio-nafty je její rychlá biologická odbouratelnost a samomazací schopnost. V distribuční síti čerpacích stanic dnes najdeme pod pojmem bio-nafta tzv. směsnou bionaftu 2. generace, která je směsí 30 % bionafty a 70 % ropné nafty.

4.4.3 Biologické procesy

Alkoholové kvašení (Fermentace)

Alkoholové kvašení je reakce, při kterém jsou rostlinné polysacharidy (cukry) přeměňovány na alkohol - etanol resp. metanol za přítomnosti kvasinek. Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny nebo celulózy. Teoreticky lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého ethanolu. V praxi je však energetická výtěžnost 90 až 95%, protože kromě ethanolu vznikají vedlejší produkty, například glycerin. Fermentace cukrů může probíhat pouze v mokrém (na vodu bohatém) prostředí. Vzniklý alkohol je nakonec oddělen destilací. [8] Získaný etanol je velmi kvalitní kapalné palivo, které podobně jako metanol je možné využít jako náhradu za benzín v motorových vozidlech. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikorozních přípravků. Toto palivo je v současnosti ve velkém rozsahu využívané hlavně v Brazílii. Ročně se v této krajině vyrobí asi 12 miliard litrů etanolu, který využívá víc jak 5 miliónů automobilů jezdících na čistý etanol a přibližně 9 miliónů automobilů jezdících na směs 20 – 22 % alkoholu a asi 80 % benzínu.

Obr. 4-4 Čerpací stanice na Methanol a Ethanol [7]

Energetický obsah etanolu je asi 30 GJ / t, a nebo 24 GJ / m^3. V USA probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí speciálně vyšlechtěných mikroorganismů. Etanol lze pak získat i ze dřeva nebo trávy. [8]

Anaerobní digesce

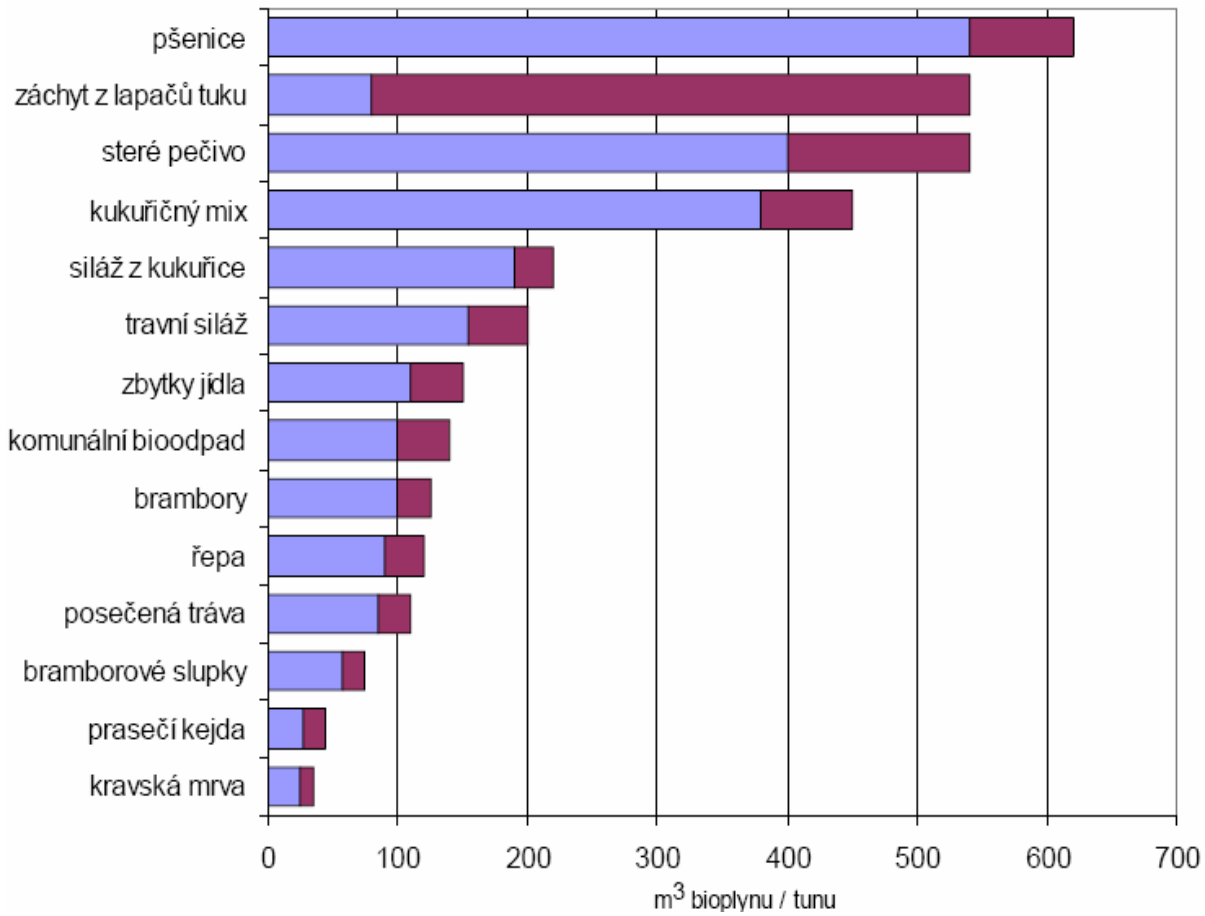
Anaerobní digesce (anaerobní fermentace, anaerobní stabilizace či anaerobní vyhnívání) spočívá v mikrobiologické transformaci organických látek - biologicky rozložitelné materiály jako je kejda, zbytky jídla, hnůj, tuky a jiné vhodné biomasy v podmínkách bez přístupu vzduchu při mírně zvýšené teplotě (35 – 55°C), za vzniku bioplynu a digestátu.

5 Bioplyn (Anaerobní digesce)

Bioplyn je směsí plynů tvořenou z 50 – 75 % hořlavým metanem, z 20 – 40 % oxidem uhličitým a 1 – 3 % připadá na další plyny jako jsou dusík, sirovodík nebo vzácné plyny. Výhřevnost bioplynu je závislá na obsahu metanu a pohybuje se obvykle mezi 20 – 24 MJ / m^3. [5] Zbytek hmoty po fermentaci (digestát) má vlastnosti výrazně lepší než původní biomasa a představuje výborné hnojivo. Jako surovinu pro výrobu bioplynu lze použít odpady živočišné i rostlinné výroby. V největší míře se však využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou). Oproti spalitelné biomase je využití bioplynu obtížnější pro jeho vysoké investiční náklady a tím i vysokou cenu energie. Protože bioplynové stanice patří mezi nákladné investice, poptávka je velice nízká.

V případě využití zelené biomasy pro výrobu bioplynu jsou vhodné rostliny dužnaté, špatně vysychající, s vyšším obsahem dusíku. Je to zejména nadbytečná tráva, víceleté pícniny,

kukuřice, řepka a slunečnice. Z vytrvalých energetických rostlin je možno využít např. mužák prorostlý. Biomasa pro výrobu bioplynu se hodí čerstvá případně i sušená.



Obr. 5-1 Výtěžnost bioplynu z různých surovin [5]

5.1 Vznik bioplynu

Zjednodušeně tento proces probíhá ve čtyřech základních fázích:

- Hydrolýza

  přeměna makromolekulárních organických látek (bílkoviny, uhlovodíky, tuky) na nízkomolekulární sloučeniny (působením anaerobních baktérií)

- Acidogeneze

  rozklad na organické kyseliny, oxid uhličitý, sirovodík a čpavek (působením acidofilních bakterií)

- Acetogeneze

hlavním produktem je kyselina octová, dále oxid uhličitý a vodík (působením octotvorných baktérií)

- Metanogeneze

  tvorba metanu, oxidu uhličitého a vody (působením metanových baktérií)

Stabilní anaerobní digesce je závislá na následných podmínkách:

- Vlhké prostředí

  Metanové bakterie mohou pracovat a množit se pouze tehdy, jsou-li substráty dostatečně zalitý vodou alespoň z 50 % oproti aerobních bakterií nemohou žít v pevném substrátu

- Zamezení přístupu vzduchu

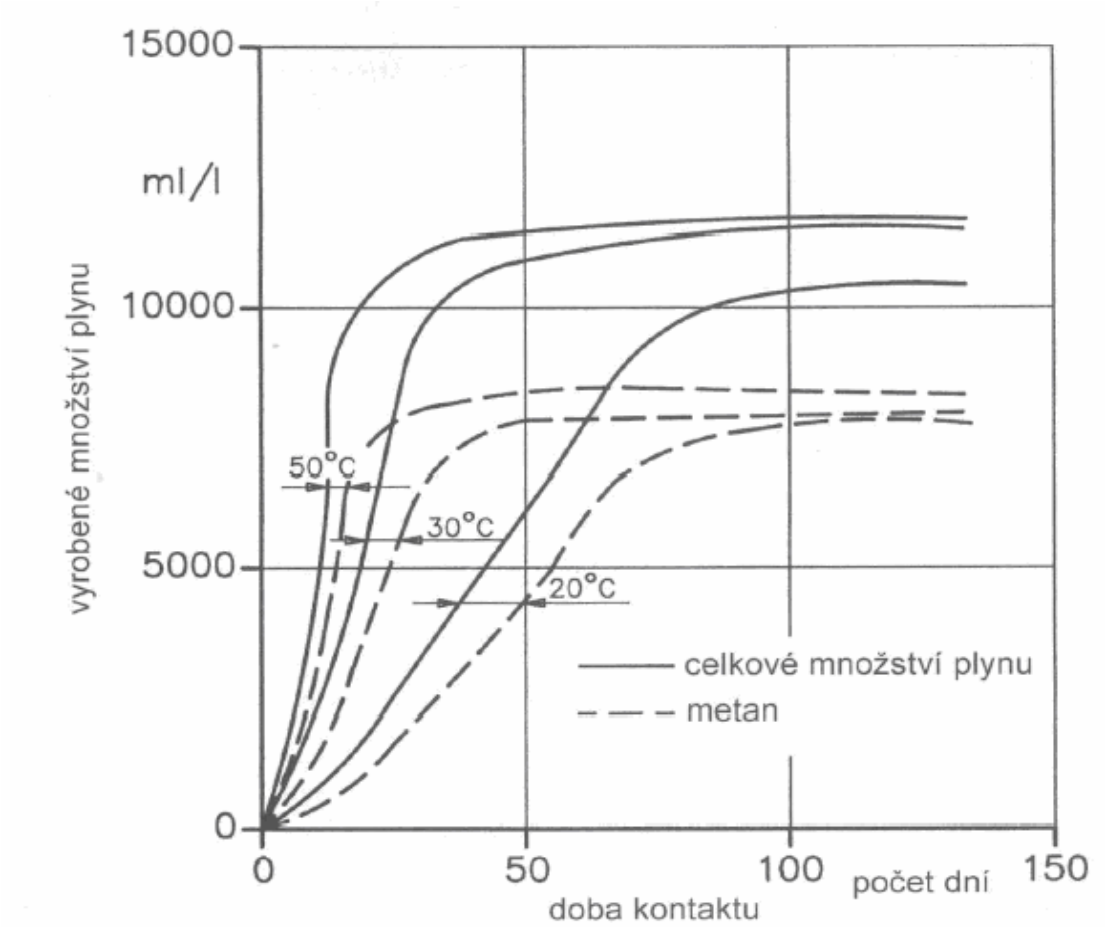
  Metanové bakterie jsou striktně anaerobní tj. pro jejich život je zapotřebí zamezení přístupu vzduchu. Je-li v substrátu kyslík (čerstvá kejda), musejí ho nejdříve anaerobní bakterie spotřebovat k čemuž dochází v první fázi procesu

- Zamezení přístupu světla

  Světlo bakterie neničí ale nepříznivě brzdí proces

- Stálá teplota

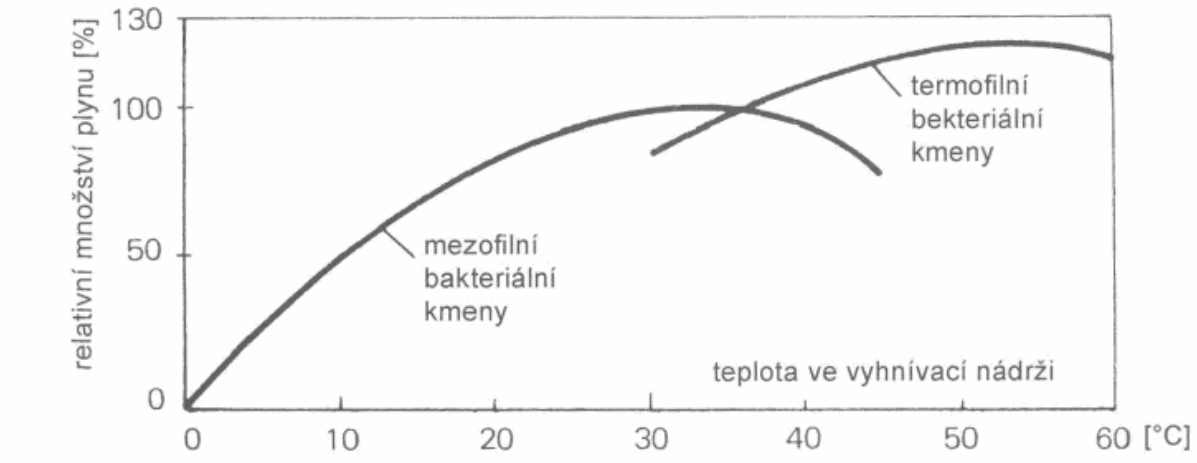
  Metanové bakterie pracují při teplotě od 0°C – 70°C. Při vyšších teplotách hynou a při teplotách pod bodem mrazu sice žijí ale nepracují. Rychlost procesu vyhnívání pro následnou produkci plynu je na teplotě velmi závislý (*Obr. 5-2*)



Obr. 5-2 Vliv teploty vyhnívajícího procesu a doby kontaktu na množství a složení vyrobeného plynu [5]

V praxi využíváme 3 druhy bakteriálních kmenů:

- Psychrofilní kmeny – teploty pod 20°C
- Mezofilní kmeny – teploty 20°C – 70°C
- Termofilní kmeny – teploty nad 45°C



Obr. 5-3 Vliv teploty na dosažitelné množství plynu ve vztahu k hodnotě dosažené při optimálních teplotních poměrech [5]

- Hodnota pH
  Kyselost materiálu pro provoz fermentoru je vyžadována v rozmezí 4,5 – 8,0. Metanové bakterie vyžadují hodnotu pH v rozsahu 6,7 – 7,6.

- Přítomnost toxických a inhibujících látek
  Jedná se především o všechny druhy antibiotik používaných jako léčiva pro zvířata, nebo preventivně jako součást krmných směsí pro drůbež, která při vyšších koncentracích mohou výrazně narušit anaerobní fermentaci.

- Rovnoměrný přísun substrátu
  Aby nedocházelo k nadměrnému zatěžování plnící zóny fermentoru, je potřeba zajistit rovnoměrný přísun substrátu v co nejkratších intervalech (jednou, dvakrát i vícekrát denně). Tímto způsobem se také zabrání nadměrnému poklesu teplot v plnící zóně.

- Odplyňování substrátu
  Metanové bakterie mohou mít vysoký rozkladný výkon jen tehdy, pokud plyn ze substrátu může průběžně odcházet. Pokud není z vyhnívací nádrže odváděn, může dojít k velkému vzestupu tlaku plynu, a dále pak k případným škodám.

- Poměr uhlíkatých a dusíkatých látek
  Za optimální se považuje poměr kolem 30 : 1. Vysoký obsah dusíkatých látek se může projevit negativně na složení bioplynu. Za materiály s vysokým obsahem dusíku se považují exkrementy všech druhů hospodářských zvířat. Naopak vysoký obsah uhlíku tvoří materiály rostlinného původu.

5.2 Druh a složení substrátu

Všechny organické látky jde alespoň zčásti rozložit jak anaerobní, tak aerobní cestou. Záleží pouze na tom jak jednotlivý materiál použít. Principiálně však platí: pevné, členité materiály jako klestí ze stromů a keřů jsou zvláště vhodné pro aerobní zpracování, tj. kompostování, zatímco kapalný, mokrý materiál jako je kejda, tuky atd. se hodí pro anaerobní zpracování (fermentaci). Rozhodujícím faktorem pro je především obsah sušiny v materiálu. Zhruba lze říci, že pro bioplynovou technologii obsah sušiny v rozmezí 5 – 15 %. Při obsahu organické sušiny pod 5 % by ještě sice proces probíhal, avšak zařízením by bylo nutno prohánět velké množství vody, což je značně nehospodárné. Horní přípustná hodnota organické sušiny je 15 % při níž lze substrát ještě čerpat, mísit a promíchávat. Při použití kejdy prasat je uváděn obsah sušiny 8 – 14 %. Naproti tomu pro kompostování leží optimální obsah sušiny mezi 40 – 60 %.

Kejda (kapalný hnůj) je směs tuhých a kapalných exkrementů zvířat, která jsou ustájena bez podestýlky nebo jen na nízké podestýlce na štěrbinových podlahách či roštech kde mohou ležet.

5.3 Technologie a zařízení na výrobu bioplynu

Podle způsobu dávkování do procesu vstupujícího materiálu lze rozlišovat následující technologie:

Diskontinuální - s přerušovaným provozem, cyklické, dávkové a podobně. Doba jednoho pracovního cyklu odpovídá době zdržení materiálu ve fermentoru. Tento postup je velice náročný na obsluhu a využívá se především při suché fermentaci tuhých materiálu organického původu.

Semikontinuální - doba mezi jednotlivými dávkami je kratší než doba zdržení materiálu ve fermentoru. Tento způsob (který použijeme i v našem případě) patří mezi nejpoužívanější při zpracovávání tekutých materiálů organického původu. Materiál se dávkuje i několikrát denně. Výhodou je možnost snadné automatizace technologického procesu.

Kontinuální - používá se při plnění fermentorů, které zpracovávají organický materiál s velmi malým obsahem sušiny.

Doba kontaktu substrátu ve fermentoru v souvislosti s teplotou vyhnívacího procesu má velký vliv na stupeň rozkladu, plynový výkon a výnos plynu. Při dlouhých dobách kontaktu klesá plynový výkon, nicméně výnos plynu a stupeň rozladu se zvyšují. Při použití kejdy jako substrátu by se mělo počítat s níže uvedenou dobou kontaktu.

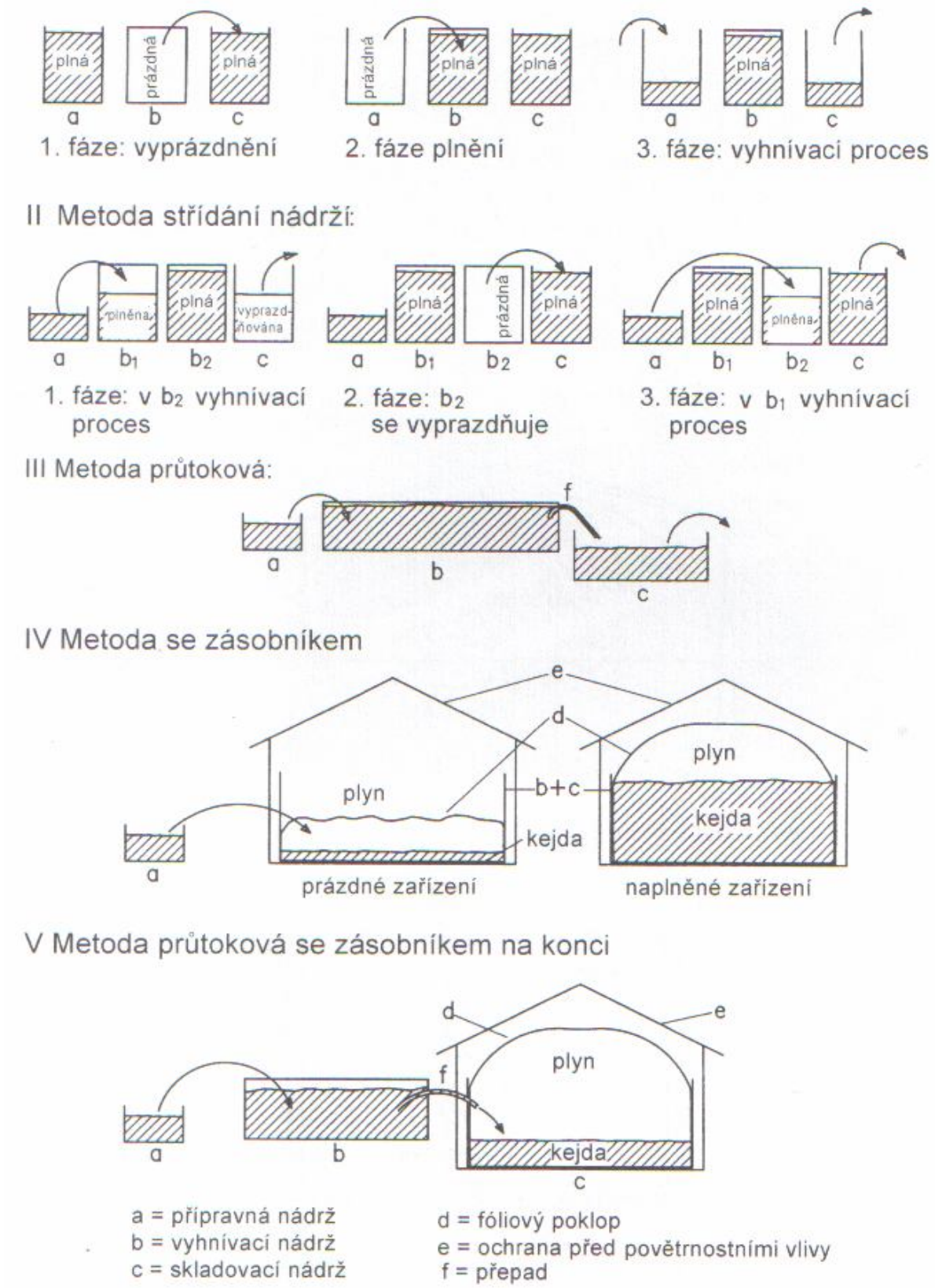
- Teplota procesu 20°C – 25°C
  Doba kontaktu 60 – 80 dní
- Teplota procesu 30°C – 35°C
  Doba kontaktu 30 – 35 dní
- Teplota procesu 45°C – 55°C
  Doba kontaktu 15 – 25 dní

Anaerobní reaktory na tekutý materiál (fermentory) patří mezi nejdůležitější součásti bioplynové stanice. Existuje mnoho typů fermentorů podle jejich charakteristických vlastností (laguna, pravoúhlé fermentory, válcové fermentory, kulové fermentory). Nejjednodušším zařízením je laguna. Nejvíce se v současné době používá válcový reaktor s tvarem komolého kužele ve spodní nebo i horní části.

Aby mohl probíhat anaerobní proces musí být fermentor vybaven:

- Míchacím zařízením (prasečí kejda má sklon vytvářet usazeniny a pokud se kejda dostatečně nepromíchává mohou se během doby vytvořit až deseticentimetrové vrstvy)
- Ohřevem
  Ten může být řešen cirkulací substrátu přes externí výměník tepla kde je ohříván topnou vodou ohřátou odpadním teplem kogenerační jednotky, nebo je může mít fermentor podlahové či stěnové vytápění kde se přečerpává jen horká voda, nikoli však kejda
- Dávkovacím a vypouštěcí zařízením kejdy

Obr. 5-4 Anaerobní reaktor (fermentor) [6]



Obr. 5-5 Metody získávání bioplynu [5]

Bioplyn je možné také skladovat. Na skladování se používaní vyrovnávací zásobníky (plynojemy), které pojmou jednodenní průměrnou produkci bioplynu.

Plynojemy můžeme dělit podle materiálu:

- Kovové
- Plastové
- Gumotextilní
- Kombinované

Podle provozního tlaku dělíme:

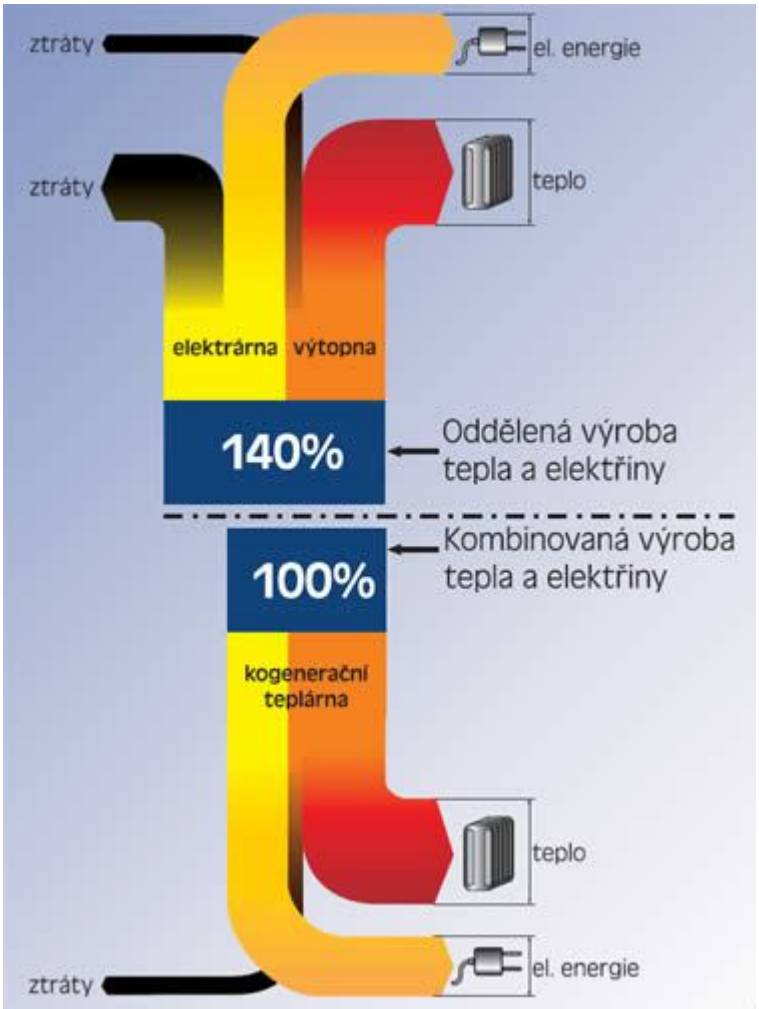
- Nízkotlaké (< 50 kPa)
- Středotlaké (1 – 2 MPa)
- Vysokotlaké (15 – 35 MPa)

Plyn produkovaný ve fermentoru obsahuje při svém výstupu do plynojemu asi 100% vodní páry a velké množství sirovodíku. Aby se zabránilo korozi potrubí, případně plynojemu, plynového motoru a jiných spotřebičů, musí být v celé soustavě řešeno odstraňování kondenzátu po kondenzaci vodní páry a odsiřování bioplynu. V některých případech se provádí i čistění bioplynu.

Obr. 5-6 Bio-plynová stanice [7]

5.4 Kogenerace

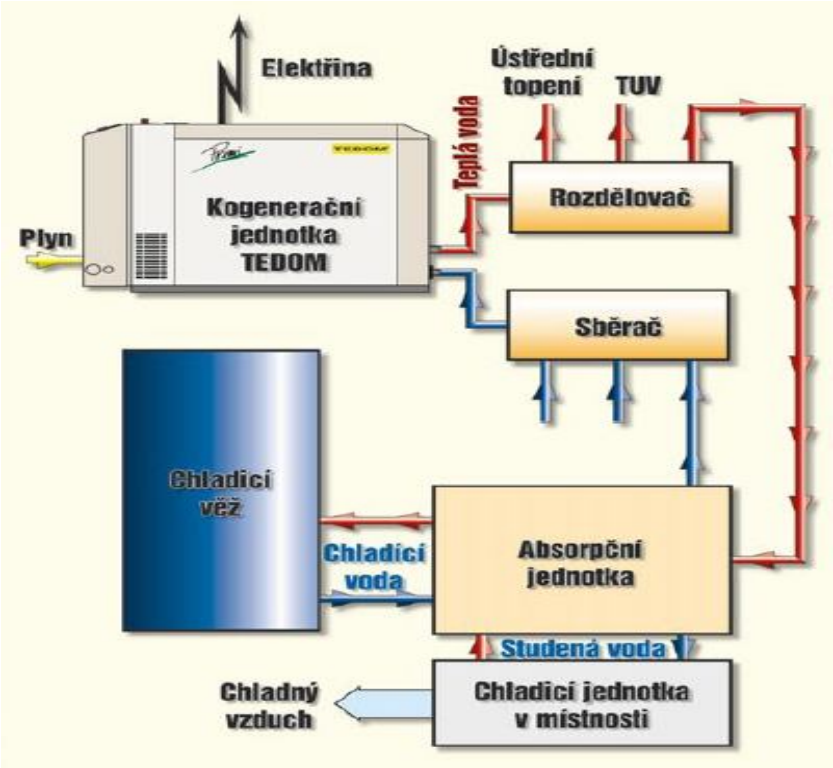
Kogenerace je současná výroba elektrické energie a tepla. V tomto případě je bioplyn využíván jako pohonná hmota pro spalovací motor poháněj ící generátor pro výrobu proudu. Odpadní teplo z chlazení motoru a výfukové plyny lze využít pro výtápění nejen k vytápění fermentoru ale i budov v okolí. Tato metoda dosahuje vysoké účinnosti (80 - 90%) přeměny energie z bioplynu. Zhruba lze počítat, že cca 30% energie bioplynu se transformuje na elektrickou energii, 60% na tepelnou energii a zbytek jsou tepelné ztráty. [4] Kogenerace je tak v současné době jedním z nejekologičtějších a zároveň ekonomicky přijatelným způsobem výroby tepla a elektřiny.



Obr. 5-7 Porovnání účinnosti výroby energie [8]

Kogenerační jednotku lze taky použít k trigeneraci. Trigenerace znamená kombinovanou výrobu elektřiny, tepla a chladu, technologicky se pak jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. To je výhodné zejména z pohledu

provozu kogenerační jednotky, protože umožňuje využít teplo i v létě, mimo topnou sezónu, a tím dosáhnout prodloužení ročního chodu jednotky. [9]



Obr. 5-8 Princip trigenerace [9]

Pro nainstalování kogeneračních jednotek je možno zažádat o dotace Českou energetickou agenturu a Státní fond životního prostředí. *(Tab. 5-1)* Dotace od České energetické agentury můžou činit až 15% z celkových investičních nákladů na instalačních zařízení maximálně však 1,5 mil. korun na jeden projekt. [9]

Tab. 5-1 Dotace [9]

	Celková podpora	Dotace
Města a obce	70%	40%
Podnikatelské subjekty	50%	25%
Fyzické osoby	50%	25%

6 Výroba z biomasy v ČR

6.1 Výroba elektrické energie z biomasy

V roce 2006 došlo k zásadnímu zvýšení výroby elektřiny z biomasy z 560 GWh na 731 GWh *(Tab. 6-.1).* Zčásti je to také tím, že přibyli noví výrobci (veřejné teplárny) spoluspalující biomasu s uhlím.

Tab. 6-1 Výroba elektrické energie z biomasy v r.2006 [1]

Výroba elektřiny (MWh)	Vlastní spotřeba vč. ztrát (MWh)	Dodávka do sítě (MWh)	Přímé dodávky (MWh)	Spotřeba paliva (t)
731 066,3	419 653,6	285 746,4	25 666,3	512 434,5

Vedle „tradičních“ paliv – dřevního odpadu, pilin a štěpky (250 tisíc tun) a celulózových výluhů (185 tisíc tun) byla v roce 2006 zaznamenána zvýšená spotřeba neaglomerované rostlinné hmoty (62 tisíc tun) i pelet a briket z rostlinných materiálů (16 tisíc tun). V roce 2006 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 512 tisíc tun biomasy, což je podstatně více než v roce 2005 (389 tisíc tun).

Tab. 6-2 Výroba elektrické energie z biomasy podle jejich typů v r.2006 [1]

	Výroba elektřiny (MWh)	Vlastní spotřeba vč. ztrát (MWh)	Dodávka do sítě (MWh)	Přímé dodávky (MWh)	Spotřeba paliva (t)
Dř. štěpka, odpad	272 724,5	78 257,3	190 673,1	3 794,1	250 150,2
Celulózové výluhy	350 027,7	331 976,4	0,0	18 051,3	184 619,0
Rostlinné materiály	84 464,5	7 821,5	76 040,0	603,0	62 146,0
Pelety	23 849,7	1 598,5	19 033,3	3 217,9	15 519,3

Výroba elektřiny z biomasy je regionálně vázána především na velké elektrárny a teplárny. Z tohoto důvodu dosahuje nejvyšší hodnoty v Ústeckém kraji (290 GWh), následuje kraj Moravskoslezský (190 GWh), ve značném odstupu jsou pak další regiony.

Tab. 6-3 Výroba elektrické energie z biomasy podle krajů v r.2006 [1]

	Výroba elektřiny (MWh)	Procentní podíl
Hlavní město Praha	0,0	0,0%
Středočeský kraj	2 373,1	0,3%
Jihočeský kraj	9 731,9	1,3%
Plzeňský kraj	42 686,0	5,8%
Karlovarský kraj	31 346,0	4,3%
Ústecký kraj	289 984,2	39,7%
Liberecký kraj	0,0	0,0%
Královéhradecký kraj	59 531,0	8,1%
Pardubický kraj	1 161,0	0,2%
Vysočina	2 839,0	0,4%
Jihomoravský kraj	62 741,4	8,6%
Olomoucký kraj	37 530,0	5,1%
Zlínský kraj	1 299,5	0,2%
Moravskoslezský kraj	189 843,2	26,0%
Celkem	**731 066,3**	**100,0%**

6.2 Výroba tepelné energie z biomasy

Z hlediska typu biomasy jsou nejvíce využívány celulózové výluhy (necelých 900 tisíc tun). Následuje kategorie „dřevní odpad, piliny, kůra, štěpky, zbytky po lesní těžbě“. Biomasy tohoto typu bylo prokazatelně spotřebováno zhruba 881 tisíc tun.

Tab. 6-4 Výroba tepelné energie z biomasy v r.2006 [1]

Palivo	Hrubá výroba tepla (GJ)	Vlastní spotřeba a ztráty (GJ)	Prodej tepla (GJ)	Spotřeba paliva (t)
Odpad, štěpky, apod.	7 918 201,5	7 032 247,7	885 953,8	881 456,7
Palivové dřevo	556 157,8	555 972,8	185,0	54 102,2
Rostlinné materiály	122 521,8	63 946,2	58 575,6	12 306,6
Brikety a pelety	116 549,0	72 239,3	44 309,7	8 133,8
Celulózové výluhy	7 656 367,0	7 100 369,7	555 997,3	883 578,3
Celkem	**16 369 797,1**	**14 824 775,7**	**1 545 021,4**	**1 839 577,5**

Nejvýznamnějšími odběrateli jsou firmy provozující centrální zásobování teplem (tj. distribuční společnosti), průmysl a domácnosti. *(Tab. 6-5)*

Tab. 6-5 Přímé dodávky tepla podle sektorů v r.2006 [1]

Sektor	GJ
Dodávka obchodníkům s energiemi	335 478,5
Průmysl	555 156,9
Stavebnictví	2 445,5
Doprava	5 723,1
Obchod, služby	24 838,1
Správa, spoje, školství, zdravotnictví	81 721,1
Domácnosti	441 921,9
Zemědělství a lesnictví	5 071,0
Ostatní a nerozlišeno	92 665,3
Celkem	**1 545 021,4**

6.3 Zahraniční obchod z biomasou

V roce 2006 bylo celkem vyvezeno přes 500 tisíc tun biomasy vhodné k energetickým účelům což je poměrně značné množství *(Tab. 6-5)*

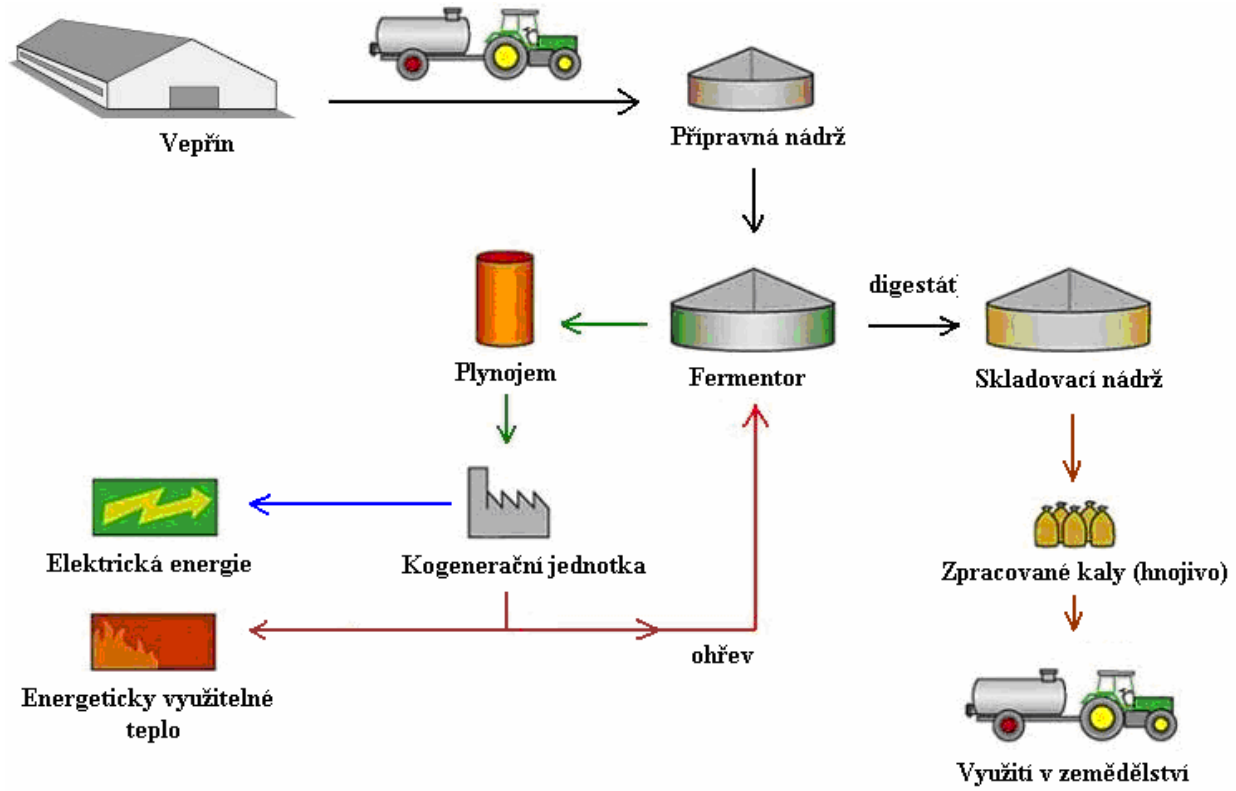
Tab. 6-6 Zahraniční obchod s biomasou vhodnou k energetickým účelům (tuny) [1]

	2005		2006	
	Dovoz	Vývoz	Dovoz	Vývoz
Dřevo palivové	6 395	103 534	12 200	138 926
Štěpky, třísky dřevěné jehličnaté	58 158	37 407	25 463	65 220
Štěpky, třísky dřevěné ostatní	1 558	5 920	985	47 432
Piliny dřevěné	31 327	28 188	8 446	80 288
Zbytky, dřevěný odpad	4 829	67 523	4 398	78 297
Brikety a pelety	836	87 760	3 240	106 292
Celkem	**103 102**	**330 331**	**54 732**	**516 455**

7 Bioplynová stanice

7.1 Koncepce bioplynové stanice

Pro výpočet zamýšlené bioplynové stanice je nejdůležitější, jaké množství substrátu má být zpracováno a jaká je měrná produkce bioplynu pro tento substrát. Pro výpočet nám poslouží údaje chovu prasat z vepřína, který se nachází v Jihomoravském kraji. Základním smyslem vepřína je chov prasat na maso.



Obr. 7-1 Princip výroby bioplynu

Kejda je z vepřína do přípravné nádrže převážena ve fekálních vozech. Po příjezdu se vyprázdní obsah cisterny do přípravné nádrže v níž je míchadlo zabraňující nežádoucímu usazování kejdy. Odtud je kejda čerpána do fermentoru, který musí mít minimální kapacitu podle toho jak dlouho bude substrát v reaktoru. Ve fermentoru kde se nachází taktéž míchadlo je kejda při mezofilní teplotě 38 - 42°C podrobena anaerobnímu procesu. Po dobu vyhnívání vyfermentovaný kal (digestát) sedá na dno kam je zaústěna trubka do skladovací nádrže. Odtud je digestát použit např. jako hnojivo na pole. Vznikající bioplyn je odváděn samostatným potrubím ústícím ve stropu fermentoru kde je šrtící klapka pokud by došlo k přetlaku. Dále je bioplyn odváděn jímacím potrubím do plynojemu. Jímací potrubí je osazeno jímkou pro

odvedení kondenzační vody z bioplynu. Z plynojemu je bioplyn odváděn do kogenerační jednotky. Případný zbytkový bioplyn je spalován na hořáku zbytkového plynu. Vyrobená elektrická energie kogenerační jednotkou je následně použita pro vlastní spotřebu bioplynové stanice a pro potřeby chovu prasat. Zbytek energie je dodáván do sítě za výkupní ceny uvedené v *(Tab. 7-5).* Vyprodukované teplo je z velké části využito na ohřev fermentoru. Zbylé teplo může být využito na výtápění obytných objektů, v zimě pak pro potřeby chovu. Přebytečné množství tepla zejména v letních měsících je odvětráváno přes venkovní chladič do ovzduší.

7.2 Výpočet bioplynové stanice

Nejdříve je potřeba určit množství vyprodukované kejdy Q_K od jednotlivých druhů prasat podle vzorce *(7.1),* do kterého dosadíme údaje z tabulek. *(Tab. 7-1), (Tab. 7-2)*

Tab. 7-1 Množství jednotlivých druhů prasat

Druh prasat	Průměrný stav v kusech
Prasnice	120
Kanci	3
Odchov selat	320
Výkrm prasat	650

Tab. 7-2 Produkce výkalů a množství bioplynu od jednotlivých druhů prasat [4]

Prasata (průměr)	Sušina výkalů vč. moče (kg/den)	Výkaly celkem průměrně (kg/den)	Množství bioplynu (m^3/den)
Výkrm (70 kg)	0,5	8,5	0,2
Prasnice (170 kg)	1	14	0,3
Prasnice se selaty (90 kg)	0,55	9	0,2
Selata menší (10 kg)	0,15	3	0,1
Selata větší (23 kg)	0,25	4	0,15
Kanci (250 kg)	1,3	18,5	0,3

Použijeme metodu průtokovou kdy se kejda přesune do přípravné nádrže, kde buď setrvá delší dobu nebo bude přivedena do vyhnívající nádrže fermentoru. Dávkovací čerpadlo vhání substrát do fermentoru, který musí mít minimální kapacitu podle toho jak dlouho zde substrát bude.

$$Q_K = \sum M_i \times q_i = (120 \times 14) + (3 \times 18{,}5) + (320 \times 4) + (650 + 8{,}5) = 8540{,}5 kg / den \qquad (7.1)$$

Tab. 7-3 Prokvašená, vodou zředěná směs prasečích výkalů bez steliva [6]

Charakteristika	Jednotka	Střední hodnota	Rozsah
Měrná hmotnost	[kg/m^3]	961	951 - 971
Objemová hmotnost	[kg/m^3]	1004,5	988,1 - 1020,9
Bod tuhnutí	[°C]	-0,6	- 0,7 - -0,5
Tepelná vodivost	[W/m.deg]	0,5	0,5 - 0,6
Měrná vlhkost	[%]	94,5	91 - 98
Obsah organických látek	[% suš.]	75	72 - 78
Obsah N	[% suš.]	5,4	5 - 5,8
Obsah	[% suš.]	3,9	3,5 - 4,2
Obsah	[% suš.]	3,1	2,8 - 3,4
Obsah	[% suš.]	3,5	3,1 - 3,8
Obsah	[% suš.]	1	0,7 - 1,3
pH	-	7,5	7 – 8

Dále vypočítáme denní dávku surového materiálu Q_D podle údajů z tabulky *(Tab. 7-3)*.

$$Q_D = \frac{Q_K}{\rho_k} = \frac{8540,5}{1004,5} = 8,5 m^3 / den \tag{7.2}$$

Potřebný objem fermentoru V_f vypočítáme z denní dávky substrátu a střední doby držení ve fermentoru. Střední doba kontaktu substrátu ve fermentoru se u průtokových zařízení pohybuje mezi 20 – 30 dny.

$$V_f = Q_D \times \tau_s = 8,5 \times 25 = 212,5 m^3 \tag{7.3}$$

Množství vyprodukovaného bioplynu Q_{BP} z počtu chovaných druhů prasat a z průměrné produkce bioplynu pro jednotlivé druhy podle tabulky *(Tab. 7-2)*.

$$Q_{BP} = \sum M_i \times q_p = (120 \times 0,3) + (3 \times 0,3) + (320 \times 0,15) + (650 \times 0,2) = 214,9 m^3 / den \tag{7.4}$$

Po dosazení hodnot zjistíme denní produkci bioplynu cca 214,9m^3/den, resp. 8,95m^3/h. Podle denní produkce můžeme dimenzovat i objem plynojemu kde vyrobený plyn ukládá. Protože výkon kogenerační jednotky se dá sladit s množstvím vyrobeného bioplynu, slouží plynojem pouze jako mezisklad. Jako plynojem použijeme plastový vak o objemu 50 – 150 m^3.

Elektrický výkon kogenerační jednotky P_{el} se stanoví podle hodinové produkce bioplynu a činitele využití bioplynu η_{el} = 2,0 kWh$_{el}$/m^3 k výrobě elektrické energie

$$P_{el} = Q_{BP} \times \eta_{el} = 8,95 \times 2 = 17,9 kW \tag{7.5}$$

Podle stanovených hodnot denní produkce bioplynu a potřebného výkonu můžeme vybrat konkrétní kogenerační jednotku. Pro naše požadavky (po započítání dostatečné rezervy) dobře vyhovuje např. kogenerační jednotka firmy Tedom Micro T25 AP BIO. *(Tab. 7-4)*

Tab. 7-4 Kogenerační jednotka firmy Tedom [9]

Kogenerační jednotka Tedom						
	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Spotřeba plynu (m^3/h)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)
Micro T25 AP BIO	23	41,5	11,6	29,2	56,1	85,3

Spotřeba je uvedena pro bioplyn s obsahem metanu 65% při normálních podmínkách (0°C , 101325 kPa). V případě jiných podmínek mohou být údaje odlišné.

Dobu při které bude kogenerační jednotka v provozu vypočítáme z denního množství vyprodukovaného bioplynu a spotřebou plynu z tabulky *(Tab. 7-4)*.

$$t = \frac{Q_{BP}}{sp} = \frac{214{,}9}{11{,}6} = 18{,}52h \tag{7.6}$$

Z elektrického výkonu kogenerační jednotky a z doby kdy tato jednotka bude v provozu určíme denní množství vyrobené elektrické energie.

$$P_D = t \times P_{KJ} = 18{,}52 \times 23 = 426{,}1kWh/den \tag{7.7}$$

Odběr proudu na potřeby chovu je proměnlivý podle letních a zimních období. Průměrná spotřeba P_{Ch} je $39400\,kWh/rok$. Spotřeba bioplynové stanice P_S se pohybuje kolem $4000\,kWh/rok$.

$$P_O = P_{Ch} + P_S = 39400 + 4000 = 43400kWh/rok \tag{7.8}$$

Dále určíme roční výrobu. K roční produkci je nutné započítat výpadek výroby způsobené nutnou odstávkou bioplynové stanice přibližně 5 dnů.

$$P_R = (P_D \times d) - P_O = (426{,}1 \times 360) - 43400 = 109996kWh/rok \tag{7.9}$$

Celkové výnosy *C* z výroby proudu při dnešních výkupních cenách 3,30Kč za 1kWh podle *(Tab. 7-5)* je potom

$$C = P_R \times C_E = 109996 \times 3{,}30 = 362986 Kč / rok \quad (7.10)$$

Tab. 7-5 Výkupní ceny pro spalování bioplynu [8]

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně využívající určenou biomasu	3900
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně využívající ostatní biomasu	3300
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	3300

7.3 Ekonomické zhodnocení bioplynové stanice

Investiční náklady se odvíjejí nejen na velikosti bioplynové stanice a instalované technologie, ale také jestli je stavba realizována samostatně nebo dodavatelsky. Investice na vybudování bioplynové stanice na zpracování tekutých materiálů je přibližně rozdělena do pěti kategorií:

- Stavební část (fermentor s izolací a ostatní stavby) 43%
- Kogenerace (kogenerační jednotka, plynovod a plynojem) 23%
- Technologický ohřev (skladování odpadního tepla, vytápění fermentoru) 17%
- Kejdové hospodářství (čerpací, míchací a vyvážecí technika, potrubní vedení) 13%
- Plánování a externí mzdové náklady 4%

Roční náklady bioplynové stanice vypočítáme z ročních odpisů investičních nákladů s ohledem na úročení a dále z nákladů na opravy, údržbu a pojištění. Při stanovení ročních nákladů je zapotřebí odpisy a údržbu rozdělit do dvou částí, protože každá patří do jiných odpisových skupin a mají i odlišné nároky na opravu a údržbu.

- Stavební část 40%
- Technická část 60%

Při způsobu financování můžeme použít vlastní zdroje, bankovní úvěr nebo se pokusit o získání investic od státu nebo z EU. Výpočet ekonomické části bioplynové stanice je uveden bez získaných dotací. Ekonomický rozpočet bioplynové stanice se získanými dotacemi je uveden v *(Tab. 7-10)*

7.3.1 Celkové investiční náklady na bioplynovou stanici

Ceny důležitých komponentů pro zemědělské bioplynové stanice (Tab. 7-6), (Tab. 7-7) jsou pouze orientační [5]

Tab. 7-6 Celkové investiční náklady stavební části

Stavební část	**cena [Kč]**
Fermentor s přípravnou nádrží	350000
Tepelná izolace	60000
Plynový hořák	20000
Ostatní stavby	110000
Projektoání a realizace	60000
Celkem	600000

Tab. 7-7 Celkové investiční náklady technické části

Technická část	**cena [Kč]**
Kogenerační jednotka, výměník tepla	4000000
Plynovod a plynojem	180000
Čerpadla a míchadla	140000
Potrubí	90000
Technika pro zpracování bioplynu	26000
Měřící zařízení	25000
Doplňková technika	39000
Celkem	900000

Celkové investiční náklady $N_I = 1500000 Kč$

Vlastní finanční prostředky $N_V = 500000 Kč$

Celkové náklady N_S bioplynové stanice *(Tab.7-8)* vypočítáme z ročních odpisů a nákladů na opravy a údržbu. Pro odpočet odpisů počítáme s dobou odpisů 30let, jak na stavební části, tak na technické. Při výpočtu uvažujeme 40% na stavební část a 60% na technickou.

Odpisy stavby O_S vypočítáme

$$O_S = N_I \times \left(\frac{0,4}{t_O} \right) = 1500000 \times \left(\frac{0,4}{30} \right) = 20000 Kč / rok \tag{7.11}$$

Odpisy techniky O_T vypočítáme

$$O_T = N_I \times \left(\frac{0,6}{t_O} \right) = 1500000 \times \left(\frac{0,6}{30} \right) = 30000 Kč / rok \tag{7.12}$$

Celkové odpisy potom jsou

$$O_O = O_S + O_T = 20000 + 30000 = 50000 Kč / rok \quad (7.13)$$

Na opravy a údržby stavby je třeba počítat s 0,5% (z 40% celkového objemu investic) a na opravy a údržbu techniky 4% (ze 60%).

$$O_{US} = N_I \times 0{,}005 \times 0{,}4 = 1500000 \times 0{,}005 \times 0{,}4 = 3000 Kč / rok \quad (7.14)$$

$$O_{UT} = N_I \times 0{,}04 \times 0{,}6 = 1500000 \times 0{,}04 \times 0{,}6 = 36000 Kč / rok \quad (7.15)$$

Na pojištění bioplynové stanice je třeba počítat s 0,5% z celkových investičních nákladů

$$O_P = N_I \times 0{,}05 = 1500000 \times 0{,}05 = 7500 Kč / rok \quad (7.16)$$

Celkové náklady bioplynové stanice

$$O_C = O_S + O_T + O_{US} + O_{UT} + O_P = 20000 + 30000 + 3000 + 36000 + 7500 = 96500 Kč / rok \quad (7.17)$$

Tab. 7-8 Celkové náklady na údržbu a opravy bioplynové stanice

Celkové investiční náklady na bioplynovou stanici [kč]	
Pozifovací investiční náklady	1500000
Roční náklady [kč/rok]	
Odpisy stavby O_S 40% na 30 let	20000
Odpisy techniky O_T 60% na 30 let	30000
Opravy a údržba stavby O_{US} 0,5% ze 40%	3000
Opravy a údržba techniky O_{UT} 4% ze 60%	36000
Pojištění O_P 0,5%	7500
Celkové náklady O_C	96500

7.3.2 Bankovní úvěr

Výše půjčky	$N_P = 1000000 Kč$
Úroková sazba	$i = 12\ \%$
Doba splácení	$n = 10 roků$

Nejdříve si vypočítáme roční splátky *S*, úrok a úmor výše půjčky.

$$S = N_P \times \frac{i}{1-(1+i)^{-n}} = 1000000 \times \frac{0{,}12}{1-(1+0{,}12)^{-10}} = 176984 Kč / rok \tag{7.18}$$

Protože úrok a úmor se po dobu splácení každým rokem mění, jsou následující příklady výpočtu uvedeny pouze pro první splátkový rok. Následné roky jsou uvedeny v *(Tab.7-8)*

$$U_R = N_P \times i = 1000000 \times 0{,}12 = 120000 Kč / rok \tag{7.19}$$

$$U_M = S - U_R = 176984 - 120000 = 56984 Kč / rok \tag{7.20}$$

Zůstatek dluhu po prvním roce pak je

$$Z_D = N_P - U_M = 1000000 - 56984 = 943016 Kč / rok \tag{7.21}$$

Každým dalším rokem po dobu splácení je úrok ze zůstatku dluhu menší a úmor naopak větší *(Tab. 7-9)*

7.3.3 Roční zisky bioplynové stanice

Nejdříve si vypočítáme hrubý zisk stanice Z_H z celkových výnosů z výroby proudu

$$Z_H = C - O_C - U_R = 362986 - 96500 - 120000 = 146486 Kč / rok \tag{7.22}$$

Pro výpočet čistého zisku Z_C musíme nejdříve odečíst daň z příjmů *D*, která činí pro právnické osoby 21% (s účinností od 1.1.2009 na 20% a s účinností od 1.1.2010 na 19%)

$$D = Z_H \times 0{,}21 = 146486 \times 0{,}21 = 30762 Kč / rok \tag{7.23}$$

$$Z_C = Z_H - (Z_H \times 0{,}21) = 146486 - (146486 \times 0{,}21) = 115724 Kč / rok \tag{7.24}$$

Dále vypočítáme hotovostní tok T , musíme brát však v úvahu znehodnocení peněz v čase (inflace), kterou stanovíme 3%

$$T = \frac{(Z_C + O_O - U_M)}{(1+0{,}03)^r} = \frac{(115724 + 50000 - 56984)}{(1+0{,}03)^1} = 105573Kč \tag{7.25}$$

Abychom zjistili návratnost bioplynové stanice vypočítáme kumulovaný tok hotovosti T_M z hotovostního toku

$$T_M = N_I - T = 1500000 - 105573 = 1394427Kč \tag{7.26}$$

Podrobnější propočet by měl dělat ekonom znalý problematiky OZE. Může to být energetický auditor, poradenská firma, nebo banka u níž je žádán úvěr.

Tab. 7-9 Ekonomický rozpočet bioplynové stanice bez získaných dotací po dobu 15 roků

	Provoz stanice [rok]					
	0	1	2	3	4	5
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]						
Celkové výnosy C	-	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	-	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	-	176984	176984	176984	176984	176984
Úrok U_R	-	120000	113162	105503	96926	87318
Úmor U_M	-	56984	63822	71481	80059	89666
Zůstatek dluhu Z_D	-	943016	879194	807713	727654	637988
Hrubí zisk Z_H	-	146486	153324	160983	169560	179168
Čistý zisk Z_C	-	115724	121126	127176	133953	141542
Hotovostní tok T	-	105573	101144	96726	92309	87880
Kumulovaný hotovostní tok T_M	-1500000	-1394427	-1293283	-1196557	-1104248	-1016369

	Provoz stanice [rok]				
	6	7	8	9	10
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]					
Celkové výnosy C	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	176984	176984	176984	176984	176984
Úrok U_R	76559	64508	51010	35893	18963
Úmor U_M	100426	112477	125974	141091	158022
Zůstatek dluhu Z_D	537563	425086	299112	158022	0
Hrubí zisk Z_H	189927	201978	215476	230593	247523
Čistý zisk Z_C	150043	159563	170226	182168	195543
Hotovostní tok T	83428	78940	74403	69803	65125
Kumulovaný hotovostní tok T_M	-932941	-854001	-779598	-709794	-644670

	Provoz stanice [rok]				
	11	12	13	14	15
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]					
Celkové výnosy C	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	-	-	-	-	-
Úrok U_R	-	-	-	-	-
Úmor U_M	-	-	-	-	-
Zůstatek dluhu Z_D	-	-	-	-	-
Hrubí zisk Z_H	266486	266486	266486	266486	266486
Čistý zisk Z_C	210524	210524	210524	210524	210524
Hotovostní tok T	188208	182726	177404	172237	167220
Kumulovaný hotovostní tok T_M	-456462	-273735	-96331	75906	243126

Rozpočet bioplynové stanice s dotacemi

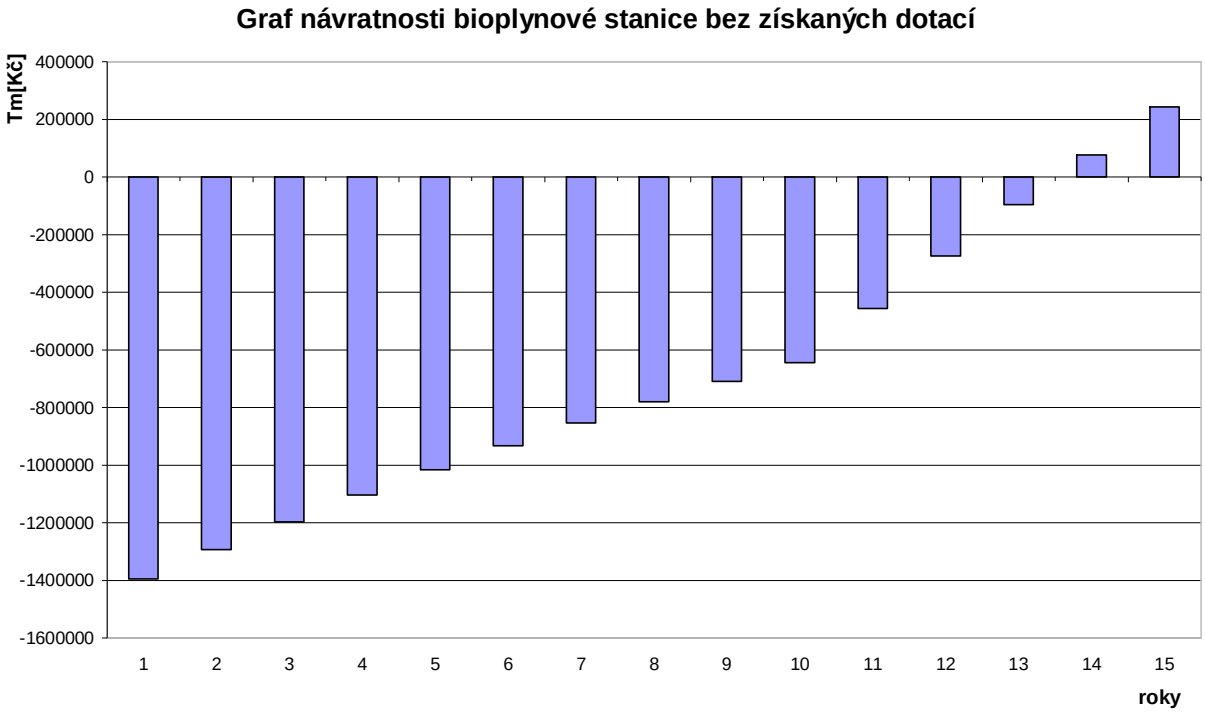
Získané dotace Českou energetickou agenturou, Státním fondem životního prostředí či z EU mohou činit až 15% celkových investičních nákladů.

Tab. 7-10 Ekonomický rozpočet bioplynové stanice se získanými dotacemi po dobu 15 roků

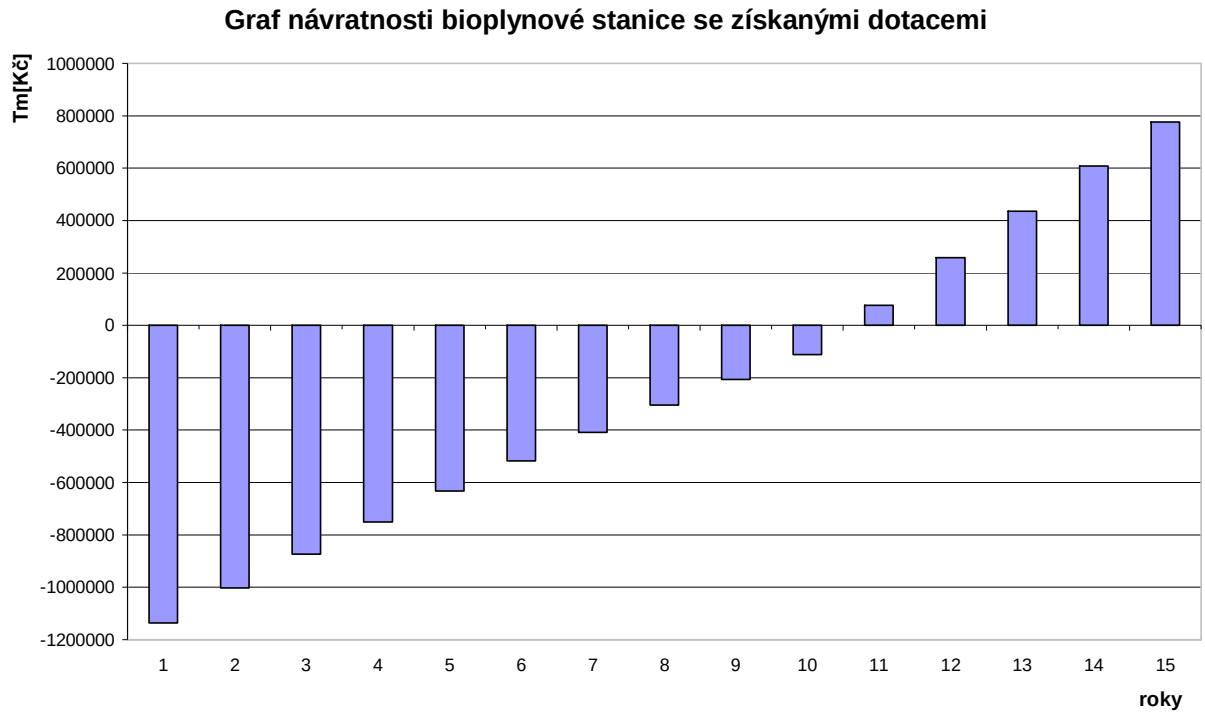
	Provoz stanice [rok]					
	0	1	2	3	4	5
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]						
Celkové výnosy C	-	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	-	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	-	137163	137163	137163	137163	137163
Úrok U_R	-	93000	87700	81765	75117	67672
Úmor U_M	-	44163	49462	55398	62045	69491
Zůstatek dluhu Z_D	-	730837	681375	625977	563932	494441
Hrubí zisk Z_H	-	173486	178786	184721	191369	198814
Čistý zisk Z_C	-	137054	141241	145930	151181	157063
Hotovostní tok T	-	138729	133640	128607	123620	118671
Kumulovaný hotovostní tok T_M	-1275000	-1136271	-1002631	-874024	-750404	-631733

	Provoz stanice [rok]				
	6	7	8	9	10
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]					
Celkové výnosy C	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	137163	137163	137163	137163	137163
Úrok U_R	59333	49993	39533	27817	14696
Úmor U_M	77830	87169	97630	109345	122467
Zůstatek dluhu Z_D	416611	329442	231812	122467	0
Hrubí zisk Z_H	207153	216493	226953	238669	251790
Čistý zisk Z_C	163651	171029	179293	188548	198914
Hotovostní tok T	113748	108840	103936	99023	94089
Kumulovaný hotovostní tok T_M	-517985	-409145	-305209	-206185	-112097

	Provoz stanice [rok]				
	11	12	13	14	15
Náklady, úroky a zisky [kč/rok]					
Celkové výnosy C	362986	362986	362986	362986	362986
Celkové náklady O_C	96500	96500	96500	96500	96500
Splátka S	-	-	-	-	-
Úrok U_R	-	-	-	-	-
Úmor U_M	-	-	-	-	-
Zůstatek dluhu Z_D	-	-	-	-	-
Hrubí zisk Z_H	266486	266486	266486	266486	266486
Čistý zisk Z_C	210524	210524	210524	210524	210524
Hotovostní tok T	188208	182726	177404	172237	167220
Kumulovaný hotovostní tok T_M	76111	258838	436242	608479	775699



Obr. 7-2 Návratnost investic bioplynové stanice bez získaných dotací



Obr. 7-3 Návratnost investic bioplynové stanice se získanými dotacemi

8 Závěr

Obnovitelné zdroje jsou čím dál tím ve větší míře považovány za nejlepší doplnění dnes používaných neobnovitelných zdrojů.

Biomasa ve svém rozsahu nikdy pravděpodobně plně nenahradí neobnovitelné zdroje energie, nebo jadernou energii. Ale počítá se v s tím, že tímto způsobem bude v následujících letech by mohlo být nahrazeno přibližně 10% spotřeby paliv a energii v ČR. V jakém horizontu se ovšem toto uskuteční záleží na technicko – ekonomických podmínkách a legislativě. Během posledních několika let se v České republice odehrála řada zásadních změn, které rovněž ovlivnily využívání biomasy a trh s touto energetickou „komoditou“. Česká republika se stala členskou zemí EU, byly přijaty indikativní cíle pro využívání obnovitelných zdrojů energie, v loňském roce byl po dlouhé přípravě přijat Zákon na podporu využívání obnovitelných zdrojů energie, byl spuštěn systém obchodování s emisemi skleníkových plynů atd.

Trvalá udržitelnost biomasy není totiž spojena pouze s vlivy její produkce a využívání na životní prostředí, ale s komplexním souborem ekologických, ekonomických a sociálních přínosů a dopadů.

Úkolem mé bakalářské práce bylo uvést základní možnosti energetického využití biomasy a navrhnout zařízení pro výrobu elektrické energie z biomasy. Navržená bioplynová stanice má dostatečný potenciál výnosnosti, který ovšem závisí na počtu chovaných hospodářských zvířat. Čistý roční zisk stanice po splacení úvěru je 266486 Kč a z ekonomického hlediska se nám investiční náklady vrátí po čtrnácti rocích provozu pokud by se nepodařilo získat dotace na vybudování bioplynové stanice. Při získání dotací se náklady bioplynové stanice vrátí po jedenácti rocích. Předpokládaná životnost bioplynové stanice je 30 let. Doba návratnosti pak může být výrazně kratší, pokud by jsme se rozhodli uspořenou tepelnou energii (se kterou v našem případě nepočítáme) dodávat konečným spotřebitelům. To však záleží na každém konkrétním podniku, jakou má vlastní spotřebu tepla a jestli dokáže nalézt využití přebytečného tepla z kogenerace především v letních měsících. Nehledě na to, že u cen tepla jsou vysoké rozdíly dané způsobem jeho vyrábění.

Použitá literatura

[1] Ing. Aleš Bufka, *Obnovitelné zdroje energie v roce 2006,* výsledky statistického zjišťování, Ministerstvo průmyslu a odchodu

[2] Pastorek Zdeněk, *Biomasa: obnovitelný zdroj energie* 2004, FCC Public, Praha

[3] Hrdlička František, *Biomasa - zdroj obnovitelné energie = Biomass - the source of renevable energy* 2003, České vysoké učení technické, Fakulta strojní, Praha

[4] Ing. Jiří Beranovský, Ph.D., Ing. Jan Truxa, *Alternativní energie pro váš dům* 2004, ERA, Brno

[5] Heinz Schulz, Barbara Eder, *Bioplyn v praxi* 2004, HEL, Ostrava

[6] České sdružení pro biomasu, [online], stránky http://expert.biom.cz

[7] Internetová encyklopedie, [online], stránky http://cs.wikipedia.org

[8] Internetové energetické konzultační a informační středisko, [online], stránky http://www.i-ekis.cz

[9] Kogenerační jednotky TEDOM, [online], stránky http://www.tedom.cz

[10] Propočet hospodaření, [online], stránky http://www.lea.ecn.cz/cdozevypocet.html

[11] Energetický informační server, [online], stránky http://www.energ.cz/