

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

TECHNICKÁ FAKULTA

Výroba tepelnej energie a zásobovanie teplom

Nitra, 2011

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

TECHNICKÁ FAKULTA

**VÝROBA TEPELNEJ ENERGIE A ZÁSOBOVANIE
TEPLOM**

Bakalárska práca

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	33363 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra výrobnjej techniky
Školiteľ:	Viera Kažimírová, Ing., PhD.

Čestné prehlásenie

Podpísaný František Bíro týmto vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Výroba tepelnej energie a zásobovanie teplom“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 30. apríla 2011.

Pod'akovanie

Ďakujem Ing. Viere Kažimírovej, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní bakalárskej práce.

ABSTRACT

In this work we focused on the heat, and the traditional ways unrelated. We mentioned heat traditional way, as well as heat using biomass boilers burning solid fuel. Hereinafter referred to as non-traditional ways to heat than the combustion of various waste, geothermal energy, solar energy using different types of solar connectors. We mentioned the production of biogas and its adjustments to end use.

Key words : heat, energy production, solar energy

ABSTRAKT

V tejto práci sme sa zamerali na teplo a tradičné spôsoby jeho získavania. Spomenuli sme teplo získavané tradičným spôsobom, ako aj teplo z kotla na spaľovanie biomasy. Ďalej aj netradičné spôsoby získavania tepla ako je spaľovanie rôznych odpadov, geotermálna energia, solárna energia s využitím rôznych typov solárnych kolektorov. Spomenuli sme aj zariadenia na výrobu bioplynu a jeho úpravy na konečné použitie.

Kľúčové slová : heat, energy production, solar energy

Obsah

Obsah.....	5
Úvod.....	6
Cieľ a metodika práce.....	7
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	8
1.1 Obnoviteľné zdroje energie.....	8
1.2 Zdroje tepla.....	9
1.2.1 Rozdelenie zdrojov tepla a všeobecné požiadavky.....	10
1.2.2 Klasifikácia zdrojov tepla	11
1.3 Biomasa ako obnoviteľný zdroj energie.....	13
1.3.1 Spôsoby úpravy biomasy.....	15
1.3.2 Energetické zhodnotenie biomasy-suché procesy získavania energie a tepla z biomasy.....	17
1.3.3 Spaľovanie biomasy	17
1.3.4 Zariadenia na spaľovanie biomasy.....	19
1.3.5 Splyňovanie biomasy.....	27
1.4 Bioplyn a jeho výroba.....	28
1.4.1 Výroba bioplynu.....	29
1.4.2 Anaeróbne vyhnívanie.....	30
1.4.3 Úprava bioplynu.....	30
1.5 Solárne systémy.....	31
1.5.1 Využitie slnečnej energie na dodávku tepla.....	31
1.6 Geotermálne výhrevne, teplárne a elektrárne.....	33
1.7 Spaľovanie odpadu ako zdroj tepla.....	34
Záver a návrh na využitie poznatkov.....	36
Použitá literatúra.....	37

Úvod

Spotreba energie s rastúcou populáciou stúpa. Tak sa hľadajú nové a nové možnosti ako to zariadiť. Keďže s rastúcou populáciou sa znižujú zásoby fosílnych palív ako je ropa a zemný plyn, a stále zväčšujúca sa produkcia dreva ako lacný zdroj tepla pomocou rôznych druhov kotlov ako napríklad kotol so spodným horením, kotol s vrchným horením, skriňové kotly, blokové kotly. Zdroje tepla sa rozlišujú na malé zdroje tepla, kde patria spomenuté kotly, stredné zdroje tepla, kde môžeme zaradiť. S rastúcim počtom obyvateľov sa dostáva do popredia biomasa. Biomasa môžeme chápať ako živé časti organizmov, ktoré sa vhodnou úpravou zmenia na nízko nákladový hlavne ekologický zdroj vykurovania. Medzi najznámejšie spôsoby ako upravovať biomasu je briketovanie, kompaktovanie, peletovanie. Čoraz viac sa dostáva do popredia slnečná energia, a jej využitie. Slnečná energia patrí medzi najekologickejší typ energie, a jedna hlavná výhoda je že je zadarmo. Pomocou slnečných konektorov sa zo slnečnej energie stáva elektrická energia, ktorá sa používa na vykurovanie domov. Jediným asi mínusom slnečnej energie sú finančné náklady na spomenuté konektory. Ďalším druhom energie je geotermálna energia, získaná z horúcich prameňov, väčšinou až z hĺbky 4000 metrov pod zemským povrchom. Používa sa zatiaľ málo lebo má tri hlavné problémy a sú nasledovné : prvý je cena vrtu, druhý je že cirkulácia vody, ako nositeľa tepla, je energeticky náročná a investične nákladná a posledný pre malú tepelnú vodivosť hornín a nízky teplotný gradient je nevyhnutné realizovať v týchto veľkých hĺbkach na ohrev cirkulujúcej vody výmenníky s veľkou teplo výmennou plochou. Posledným spôsobom je spaľovanie komunálneho odpadu ako zdroj tepla. Komunálny odpad sa spaľuje v spaľovni a mala by spĺňať nasledovné požiadavky. Spaľovňa musí byť vybavená dostatočne veľkým zásobníkom na odpadky a jeho konštrukcia musí vyhovovať prísny hygienickým predpisom, rovnako aj zariadenie na čistenie spalín. Z ekonomického hľadiska možno stavať spaľovne v mestách alebo mestských aglomeráciách s najmenej 150 až 200 tisíc obyvateľmi, pričom vzdialenosť dopravy odpadkov by nemala byť väčšia ako 15 km. Majú byť umiestnené na okraji mesta, blízko hlavných komunikácií.

CIEĽ A METODIKA PRÁCE

Cieľom bakalárskej práce je vypracovať štúdiu o výrobe tepelnej energie a zásobovaní teplom najmä z obnoviteľných zdrojov energie, s použitím literárnych zdrojov a dostupných informácií z internetových zdrojov a tiež z praxe.

Na dosiahnutie vytýčeného cieľa sme použili nasledovný postup:

1. Zabezpečenie a štúdium informácií z uvedených zdrojov.
2. Analýza získaných informácií.
3. Vypracovanie štúdie.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Obnoviteľné zdroje energie

Obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie (biomasa, vodná energia, slnečná energia, veterná energia), sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie a prakticky v každej krajine sveta. Sú ekologické a neznečisťujú životné prostredie.

Zmenšujúce sa zásoby fosílnych palív, poškodzovanie životného prostredia a zdravia ľudí si vyžadujú zmenu v súčasnom stave hospodárenia s energiami. Táto zmena si však vyžaduje aj nové technológie, a tie si vyžadujú nové technické riešenia. V cestnej doprave je používaná technológia spaľovacieho motora, ktorá bola objavená pred sto rokmi a využíva sa dodnes.

Zdrojom energie podľa zákona č.656/2004 Z. z. o energetike je zdroj, ktorého energetický potenciál sa trvalo obnovuje prírodnými procesmi alebo činnosťou ľudí. Biomasa je týmto zákonom definovaná ako biologicky rozložiteľná látka výrobku alebo zvyšku rastlinných a živočíšnych látok z poľnohospodárstva, lesníctva alebo biologicky rozložiteľná zložka priemyselného a komunálneho odpadu.

Organická hmota, či už vo forme dreva, rastlín alebo zvyškov, nám dokáže poskytnúť všetky užitočné formy energie – elektrinu, teplo, aj kvapalnú palivá pre motorové vozidlá. Biomasa je v podstate zakonzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Potenciál ukrytý v nej je skutočne veľký, priemerný energetický obsah v jednom kg suchého dreva alebo slamy je 4,5 kWh, čo znamená že približne 2 kg biomasy sú potrebné na to, aby sa energeticky nahradil 1 liter ropy pri zabezpečení rovnakej účinnosti využitia. Nielen potenciál a ekologická únosnosť, ale hlavne cena tohto paliva je zaujímavá, lebo drevo je dnes najlacnejším používaným palivom. Celosvetové zásoby biomasy sú tiež obrovské a množstvo energie vytvorenej každý rok fotosyntézou vo forme biomasy je až desaťkrát väčšie ako je celosvetová spotreba energie.

Pod obnoviteľnými zdrojmi sa rozumejú obnoviteľné nefosílné prírodné zdroje energie, ktorými sú energia vetra, slnečného žiarenia, vody, pôdy, vzduchu, biomasy,

skládkového plynu, kalového plynu, bioplynu a geotermálna energia.
(<http://mojdom.zoznam.sk/>)

Prudký nárast komerčného nasadenia energetických technológií využívajúcich obnoviteľné zdroje v ostatných rokoch posúva túto energetickú alternatívu do centra ekonomickej a politickej pozornosti. K obnoviteľným zdrojom využiteľným na výrobu elektrickej energie patria:

- vodná energia malých inštalovaných kapacít,
- energia získaná z biomasy,
- veterná energia,
- slnečná energia (fotovoltaika, slnečné koncentrátoary),
- geotermálna energia,
- iné druhy energie, napr. energia prílivu vln, prúdov, ktoré sa zatiaľ využívajú málo, ale považujú sa za veľmi perspektívne.

Daňová (2004) uvádza, že obnoviteľné zdroje sú schopné sa nepretržite a pomerne rýchlo obnovovať, čo umožňuje ich opakované využívanie ako energetických zdrojov.

1.2 Zdroje tepla

Teplu sa vo väčšine prípadov vyrába v nízkotlakových kotolniach, ktoré sú vybavené kotlami na ohrev teplonosnej látky. Zdroje tepla na individuálnu alebo ústrednú výrobu tepla zásobujú tepelnou energiou na vykurovanie stavby, domu, podlažia, budovy alebo skupiny budov a súčasne môžu pripravovať teplú vodu na hygienické účely, pre vzduchotechniku alebo ďalšiu technológiu. Zdroje tepla rozdeľujeme na základe rôznych kritérií, a to podľa veľkosti zásobovaného územia, potreby tepla, resp. podľa tepelného výkonu, spaľovaného paliva a umiestnenia (Lulkovičová, 2004).

Jednotnú sústavu názvov (terminológiu) pre plánovanie, evidenciu a vyhodnotenie činnosti energetických výrobní určuje ČSN 33 3100, ČSN 381120, ČSN 07 0000, ČSN 07 0010 (platné aj ako STN)

Energetické výrobne – sú súhrnom energetických zariadení (vrátane budov alebo konštrukcií), ktoré slúžia na výrobu určitého druhu energie. Sú to zariadenia, ktoré

menia menej ušľachtilý druh energie na druh z energetického hľadiska ušľachtilejší. Môžu to byť zariadenia, ktoré využívajú hydraulickú, tepelnú, tlakovú alebo chemickú energiu, menia ju na mechanickú alebo elektrickú, prípadne potenciálnu energiu (stláčajú plyny).

Z hľadiska druhu dodávanej zušľachtenej energie rozdeľujeme energetické výrobné na :

- Elektrárne – výrobné, kde hlavným produktom je elektrina, rozlišujeme: uholné, jadrové a plynové elektrárne, vodné.
- Teplárne – hlavnými produktmi výroby sú elektrina a teplo v pare alebo v horúcej vode pre technologické účely alebo kúrenie. Z hľadiska charakteru odberu tepelnej energie rozlišujeme:
 - teplárne s protitlakovými turbínami,
 - teplárne s turbínami so zhoršeným vákuom,
 - teplárne s odberovými turbínami.
- Výhrevne – výrobné, ktorých hlavným produktom je len teplo vo forme pary, horúcej alebo teplej vody používané na technologické účely alebo vykurovanie.
- Kotelňa – je budova alebo časť budovy, v ktorej je umiestnený jeden alebo viac kotlov zabezpečujúcich výrobu tepla vo forme pary alebo horúcej vody pre vykurovanie objektov a tiež pre technologické účely (Horbaj, a kol. 2005).

1.2.1 Rozdelenie zdrojov tepla a všeobecné požiadavky

Zdroj tepla je zariadenie, v ktorom prebieha proces premeny chemickej energie obsiahnutej v palive na tepelnú energiu, schopnú odovzdať sa prostredníctvom teplonosnej látky do miesta spotreby. Zdrojom tepla môže byť kotol, tepelné čerpadlo, kogeneračná jednotka a podobne (Lulkovičová, 2004).

Technické a technologické zariadenia umožňujúce proces spaľovania rozličných druhov palív, distribúciu vyrobenej tepelnej energie potrubnou sieťou, odvod spalín, odstraňovanie škodlivín a zabezpečujúce splnenie všetkých požiadaviek na bezpečnú prevádzku tvoria spravidla samostatný prevádzkový súbor (Lulkovičová, 2004).

1.2.2 Klasifikácia zdrojov tepla

Zdroje tepla, určené na výrobu tepla na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a technologické účely, sa od seba odlišujú druhom spaľovaného paliva, spôsobom spaľovania, konštrukčným riešením spaľovacieho zariadenia, ale najmä veľkosťou tepelného výkonu. Zdroje tepla podľa tepelného výkonu delíme na:

- malé zdroje tepla, ktoré zásobujú teplom jednu bytovú jednotku, kanceláriu, nájomný priestor, celé podlažie a pod,
- stredné zdroje tepla, so stredným tepelným výkonom – ide o domové alebo okrskové kotolne, ktoré zásobujú teplom celý objekt alebo skupinu objektov,
- veľké zdroje tepla, kde sa vyrába tepelná energia v dostatočnej vzdialenosti od spotrebiteľskej sústavy, a ktoré zásobujú teplom veľké územné celky – hovorí sa im výhrevne a teplárne.

1.2.2.1 Malé zdroje tepla

Malé zdroje tepla s tepelným výkonom do (50 - 70) kW sú zdroje tepla zásobujúce teplom spotrebiteľské miesto, ktorým môže byť vykurovacía sústava jednej bytovej jednotky, rodinného domu, kancelárie, jedného podlažia alebo nájomného priestoru a podobne. Za malé zdroje tepla sa považujú kotolne so súčtovým výkonom:

- do 50 kW, ktoré spaľujú plyné palivo, považujú sa za spotrebiče a navrhujú sa v súlade s PTN 100 12 a TPP 704 01. Kombinované plynové kotly s ohrevom teplej vody môžu mať tepelný výkon najviac 70 kW a navrhujú sa podľa STN EN 625. Zdroje tepla na tuhé a kvapalné palivá sa navrhujú podľa požiadaviek STN 070245,
- od 50 kW do 500 kW, zaraďujú sa do kategórie domových nízkotlakových kotolní a navrhujú sa rozdielne vzhľadom na druh spaľovaného paliva podľa požiadaviek STN 07 0240, STN 07 0703 a vyhlášky UBP č. 75/1996 Z. z.

1.2.2.2 Stredné zdroje tepla

Stredné zdroje tepla sú zdroje s tepelným výkonom od 500 kW do 3500 kW a definujú sa ako domové zdroje tepla. Domové zdroje tepla zásobujú tepelnou energiou

na vykurovanie, prípravu teplej vody a pod. jednu, príp. dve budovy. Väčší počet objektov (napr. menší obytný celok, nákupné centrum, polyfunkčné stredisko a pod.) môžu zásobovať teplom tzv. blokové zdroje tepla. Zdroj tepla môže byť umiestnený priamo v zásobovanom objekte.

Domové a blokové zdroje tepla sa rozdeľujú podľa viacerých kritérií, z ktorých najdôležitejšie sú druh spaľovaného paliva, výška prevádzkového tlakov, druh teplonosnej látky a spôsob obsluhy a riadenia zdrojov tepla.

Na potreby ústredného vykurovania obytných budov sa navrhujú nízkotlakové teplovodné domové zdroje tepla. Domové kotolne, ktoré spaľujú plynové palivá, sa podľa tepelného výkonu rozdeľujú na základe ustanovení STN 07 0703 do nasledujúcich kategórií: (Lulkovičová, 2004)

- kotolne III. kategórie – kotolne s tepelným výkonom aspoň jedného kotla od 50 kW do súčtu tepelných výkonov 500 kW,
- kotolne II. kategórie – kotolne so súčtom tepelných výkonov od 500 kW do 3500 kW,
- kotolne I. kategórie – kotolne so súčtom tepelných výkonov nad 3500 kW.

Blokové zdroje tepla sú spravidla strednotlakové. Teplonosnou látkou je buď horúca voda alebo para a navrhujú sa ako samostatne stojace objekty. Hranica medzi stredne veľkým zdrojom a veľkým zdrojom tepla závisí od tepelného výkonu, ale predovšetkým ju určujú prevádzkové požiadavky a parametre teplonosnej látky.

1.2.2.3 Veľké zdroje tepla

Veľké zdroje tepla s tepelným výkonom nad 3500 kW sú buď okresné zdroje tepla alebo teplárne a výhrevne. Okresné zdroje tepla zásobujú teplom väčšie obytné celky alebo okresy s polyfunkčnými objektmi, kde spravidla spotrebiteľské sústavy vyžadujú rôzne parametre teplonosnej látky a rozdielne podmienky na prevádzku počas pracovných dní a dní pracovného pokoja. (Lulkovičová, 2004).

Zdroje tepla pre sústavy decentralizovaného a centralizovaného zásobovania teplom vzhľadom na požadovaný pomerne veľký tepelný výkon a druh energie sa rozdeľujú na:

- okrskové kotolne s menovitým tepelným výkonom od 2 MW do 20 MW,

- výhrevne, kde sa vyrába iba tepelná a súčet výkonov kotlov je od 20 MW do 35 MW,
- teplárne, kde sa vyrába spoločne tepelná energia a elektrická energia, ktorých menovitý tepelný výkon je od 20 MW do 60 MW.

Tieto zdroje sa delia podobne ako stredne veľké zdroje tepla podľa druhu spaľovaného paliva, prevádzkového tlaku a druhu teplonosnej látky v primárnom okruhu. Veľké zdroje tepla môžu dodávať okrem tepelnej energie aj elektrickú energiu.

1.3 Biomasa ako obnoviteľný zdroj energie

Slnečná energia je absorbovaná rastlinami a kumulovaná v sušine fytohmoty. Pri takejto premene u drevín hovoríme o dendromase. Telá zvierat vytvárajú zoomasu. Spolu to predstavuje biomasu, ktorá môže byť aj významným zdrojom energie.

Biomasa v podobe rastlín je chemicky zakonzervovaná slnečná energia. Je to súčasne jeden z najuniverzálnejších a najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi. Okrem toho, že poskytuje výživu, používa sa ako stavebný materiál, vyrába sa z nej papier, lieky alebo chemikálie, je tiež výborným palivom. Biomasa ako palivový zdroj využíva od objavenia ohňa. Jej výhodou je, že ponúka veľkú rôznorodosť vstupných surovín, ale aj univerzálne využitie v energetike. Je možné ju využiť nielen na výrobu tepla, ale aj na výrobu elektriny v moderných spaľovacích zariadeniach. Kvapalná a plynná formy biomasy (etanol, metanol, drevoplyn, bioplyn) je tiež možné použiť na pohon motorových vozidiel.

Pepich (2004) uvádza, že biomasa vzhľadom na svoju dostupnosť a možnosť využitia nových technológií sa z hospodárskeho a energeticko-politického a ekologického hľadiska ukazuje ako najdôležitejší a v našich podmienkach najperspektívnejší zdroj energie a tepla. Biomasa tvorí značný energetický potenciál, ktorý je rovnomerne rozložený po celom Slovensku.

V minulosti bola biomasa na Slovensku významným zdrojom energie. Väčšina domácností, hlavne na vidieku, vykurovala svoje obydlia drevom. Až nástup využívania ropy a uhlia vytlačilo používanie biomasy z jej pozície.

Biomasa je najprirodzenejšia a prírode najpriateľnejšia forma využívania energie. Aj preto sa hovorí o znovuobjavení jej využívania v energetike. Využívanie biomasy môže mať tri podoby:

- termochemickú premenu, čiže priame spaľovanie bez prístupu vzduchu. Vtedy vzniká drevené uhlie a horľavé plyny, tzv. drevný plyn, ktorý je použiteľný na ďalšie spaľovanie napríklad v kogeneračných jednotkách,
- biochemickú premenu, výrobu etanolu či metanolu, čiže kvalitného paliva pre spaľovacie motory, nahradzujúceho čoraz drahší benzín. Táto metóda sa dávno využíva hlavne v Južnej Amerike pri spracovaní cukrovej trstiny,
- anaeróbne vyhnívanie – metánové kvasenie bez prístupu vzduchu. Vtedy vzniká bioplyn pre široké energetické uplatnenie.

Biomasa patrí medzi obnoviteľné zdroje energie, ktoré nedokážu pokryť súčasnú potrebu energie. Ďurkovský a Kolečák (2003) tvrdia, že to platí pre svet i našu republiku. Racionálne využívanie biomasy môže však vhodne a ekonomicky dopĺňať ostatné energetické zdroje a výrazne prispieť k rozvoju regiónov. Ich využívanie je v súlade s trvalo udržateľným rozvojom Zeme. Napríklad spaľovaním fytomasy sa uvoľňuje len CO₂, ktorý bol v procese fotosyntézy prijatý rastlinami z ovzdušia. To je veľmi významný moment, lebo CO₂ sa tým nepodieľa na tvorbe ozónovej diery, či na skleníkovom efekte, čo sú závažné súčasné ekologické problémy. Opačná situácia je pri spaľovaní nafty, plynu či uhlia.

Ekonomickými prednosťami pri využívaní týchto obnoviteľných zdrojov sú:

- nenáročné investície pri ich získavaní a využívaní,
- šetrenie nákladov,
- vytváranie pracovných príležitostí na vidieku,
- využívanie prírodných zdrojov, ktoré neboli doposiaľ využívané,
- decentralizácia výroby energie.

Podľa Šúriho (2004) je biomasa jediný energetický zdroj obsahujúci uhlík, ktorého množstvo je dostatočné na to, aby mohol nahradiť fosílna palivá. Pod biomasou sa rozumie každý nefosílny organický zdroj obsahujúci viazanú chemickú energiu, t.j. všetka vodná a suchozemská vegetácia, biomasa v odpade – komunálnom, poľnohospodárskom (zvyšky z rastlinnej a živočíšnej výroby) a priemyselnom (lesnícky, drevársky priemysel).

Biomasa môže v budúcnosti zohrať významnú úlohu pokiaľ bude transformovaná na moderné nosiče energie – hlavne elektrinu, plynné a kvapalné palivá. Hlavným dôvodom je to, že biomasa je dostupnejšia v oveľa širšej miere ako fosílna palivá

a viaceré technológie na jej využitie sú už overené dlhoročnou praxou. V rozvinutých krajinách môže pestovanie biomasy na energetické účely poskytnúť aj východisko zo súčasnej krízy vyplývajúcej z nadprodukcie poľnohospodárskych produktov. Biomasa je však významný palivový zdroj už dnes, pretože je to jedna z energií, ktoré majú vo svete stúpajúcu tendenciu . V súčasnosti sa využíva hlavne na vykurovanie a v rozvojových krajinách, jej podiel na trhu s energiou je 40 % až 90 %. Je to hlavný palivový zdroj takmer polovice celosvetovej populácie.

1.3.1 Spôsoby úpravy biomasy

V mnohých prípadoch je potrebné biomasu pred jej konverziou na inú formu energie ešte upraviť. Často to býva mechanická úprava biomasy – lisovanie.

Lisovanie biomasy (dendromasa, fytomasa) pri veľmi vysokom tlaku je spoločným znakom zhutňovania. Výlisok rôznych tvarov a rozmerov je výsledným produktom. Norma DIN 51731 zaraďuje výlisok do piatich rozmerových skupín bez udania presného definovania, kedy je výsledný produkt briketa alebo peleta (Maga, Piszczalka, 2006).

1.3.1.1 Briketovanie

Najrozšírenejšou technológiou zhutňovania je briketovanie. Technológia výroby brikiet je charakteristická tým, že v lisovacej komore sa vytvára kontinuálne, príp. diskontinuálne, len jedna briketa. Výhodou brikiet je, že ich možno spaľovať bez akýchkoľvek úprav vo všetkých otvorených systémoch spaľovania, takže sú vhodné pre kuchynské sporáky, kachle, kotle etážového a ústredného kúrenia a krby. (Maga, Piszczalka, 2006).

Produkt zhutnenia, brikety, môžeme rozdeliť podľa veľkosti a tvaru. Podľa rozmerov (v súlade s normou DIN 51731) môžeme výlisok s určitosťou považovať za briketu, ak zodpovedá rozmerovej skupine HP1. Vyrábajú sa bez stredového otvoru alebo so stredovým otvorom. Podľa tvaru sú v súčasnosti vyrábané brikety rozdelené do troch základných skupín :

- valcové,
- kvádrové,

- n - uholníkové.

1.3.1.2 Peletovanie

Peletovanie je menej rozšírená, ale veľmi dynamicky sa rozvíjajúca technológia. Zvláštnosťou tejto technológie je, že v danom okamihu vzniká viac peliet. Z lisovacej komory sú pelety vytlačané kontinuálne cez valcovú alebo plochú maticu s viacerými otvormi. Nakoniec sú delené na požadovanú dĺžku. Podľa DIN 51731 rozumieme pod peletou väčšinou výlisok rozmerových skupín HP4 a HP5. (Vitázek, 2008)

Na rozdiel od brikiet sú výhradne valcového tvaru. Výroba peliet je náročnejšia ako výroba brikiet. Materiál musí byť homogénny, drvený na veľmi jemnú frakciu a väčšinou aj zvlhčovaný. Najväčšou prednosťou spaľovania peliet je ich vhodná veľkosť pre plne automatizovaný proces spaľovania. Pre vykurovanie domov sa pelety vyrábajú v priemeroch (6 až 8) milimetrov (Vitázek, 2008)

Väčšie priemery sa používajú pre spaľovanie v teplárňach, kotolniciach, prípadne cementárniach. Pri peletovaní pilín na pelety vzniká ako vedľajší produkt spracovania jemný drevený prach, ktorý vzhľadom na skladovanie peliet v silách predstavuje potenciálne nebezpečenstvo výbuchu. Preto je potrebné odstrániť poruchový podiel produktu. Aj samotná kvalita peliet je hodnotená tým vyššie, čím nižší je podiel prachových častíc v produkte. Prachový podiel sa odstraňuje pomocou cyklónového odlučovača v spojení s elektrickým odsávačom prachu. (Vitázek, 2008)

1.3.1.3 Kompaktovanie

Kompaktovanie je technológia zhutňovania odpadu, pri ktorej je materiál s požadovanou frakciou a relatívnou vlhkosťou zhutňovaný medzi dvoma proti sebe sa otáčajúcimi hladkými alebo profilovanými valcami. Tieto valce sú podľa potreby sebou navzájom vytlačované. Výsledkom procesu zhustenia sú granule alebo aglomerát doskovitého tvaru, ktorý je po rozsekaní na granule použiteľný pre ďalšie spracovanie, predovšetkým v chemickom a hutníckom priemysle. Je to najmenej používaná technológia pre zhustovanie biomasy. Pri briketovaní, ale aj peletovaní biomasy, sa pôsobením vysokého tlaku a teploty (asi 120 °C) uvoľňuje z bunkových štruktúr lignín. Ten pri dostatočnej časovej výdrži lisovaného materiálu v stlačenom stave, s následným pomalým ochladením, pôsobí ako spojivo, ale práve vysoká teplota

s následnou fázou výdrže a pomalého ochladzovania pri kompaktovaní absentuje. Pre zlepšenie pevnosti výsledného aglomerátu sa preto často používa ďalšie prídavné spojivo. (Vitázek, 2008)

1.3.2 Energetické zhodnotenie biomasy – suché procesy získavania energie a tepla z biomasy

Z hľadiska metódy a výroby energie z biomasy sa dnes v praxi presadzujú nasledovné procesy.

Tab. 1 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

Typ konverzie biomasy	Spôsob konverzie biomasy	Energetický výstup	Odpadový materiál alebo druhotná surovina
termochemická konverzia (suché procesy)	spaľovanie	teplo viazané na nosič	popol
	splynovanie	generátorový plyn	dechtový olej, uhlíkové palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dechtový olej, pevné horľavé zvyšky
biochemická konverzia (mokré procesy)	anaeróbná fermentácia	bioplyn	fermentovaný substrát
	aerobná fermentácia	teplo viazané na nosič	fermentovaný substrát
fyzikálno-chemická konverzia	esterifikácia bioolejov	metylester, biooleje	glycerín

1.3.3 Spaľovanie biomasy

Technológia priameho spaľovania biomasy je najbežnejším spôsobom jej energetického využitia. Je to metóda v praxi overená a komerčne dostupná na vysokej úrovni. Priamo sa dajú spaľovať akékoľvek biologické materiály. Ide o termochemickú reakciu, pri ktorej dochádza pri teplote 660 °C k rozkladu organického materiálu na horľavé plyny a ich následnou oxidáciou sa uvoľňuje energia a voda.

Biomasa obsahuje na rozdiel od fosílnych palív minimálne množstvo síry (drevo do 0,1 %, slama a hnedé uhlie nad 2 %). Tvorbu NO₂ je možné kontrolovať teplotou spaľovania. Produkcia CO₂ je neutrálna, pretože uvoľnené množstvo uvoľnené do ovzdušia spaľovaním je približne v rovnakom rozsahu viazané späť do rastlín na

energetických plantážach v poľnohospodárskych a lesníckych porastoch. (Maga, Piszczalka, 2006).

Spaľovací proces v dreve prebieha v týchto fázach:

- sušenie - odstraňuje sa vlhkosť z paliva (voda vo vnútri dreva začne vriieť, aj veľmi staré a relatívne suché drevo obsahuje vo svojich bunkových štruktúrach až 15 % vody),
- pyrolýza - organický materiál sa rozkladá na horľavé plyny, destilačné produkty a zuhoľnatený zvyšok (z dreva sa postupne uvoľňuje plyn, pričom pre správne spaľovanie je potrebné, aby tento plyn horel a neunikal do komína),
- fáza spaľovania plynnej zložky - postupné horenie, predlžovanie plameňa (vznikajúci plyn sa mieša s atmosférickým vzduchom a horí pri vysokej teplote),
- fáza spaľovania tuhých zložiek - zuhoľnatený zvyšok na rošte za prístupu dostatočného množstva vzduchu vytvára CO, ktorý ďalej oxiduje na CO₂. Zvyšok dreva (zväčša C) horí tiež, pričom ako odpad vzniká popol. (Maga, Piszczalka, 2006).

Pokiaľ ku spaľovaniu dochádza za prístupu vzduchu, ide o jednoduché horenie. V prípade zahrievania paliva bez prístupu vzduchu sa uvoľňuje drevoplyn, ktorý sa odvádza do spaľovacieho priestoru, kde sa spaľuje. Pre účinné spaľovanie je potrebné zabezpečiť :

- dostatočne vysokú teplotu,
- dostatok vzduchu,
- dostatok času, aby mohlo prebehnúť spálenie biomasy.

Ak pri horení nie je zabezpečený prívod dostatočného množstva vzduchu, horenie je neúplné a vznikajúci dym, obsahujúci nespálený uhlík, je čierny. Tento proces je sprevádzaný aj charakteristickým zápachom a značným množstvom usadenín v komíne, ktoré môžu hroziť znovu zapálením. Na druhej strane, ak je pri horení veľké množstvo vzduchu, klesá teplota a z dreva unikajú nespálené plyny, pričom odnášajú so sebou aj užitočnú energiu. Správne množstvo vzduchu je preto kritické pre dokonalé horenie. Výsledkom je neprítomnosť dymu a zápachu. Regulácia prívodu vzduchu závisí od použitého komína a cesty, ktorou sa vzduch do miesta spaľovania dostáva.

Hoci priame spaľovanie je najjednoduchšou sa najbežnejšou metódou využitia energie z biomasy, nie je vždy proces účinný. Navrhnutie spaľovacieho kotla, ktorý by sa vyznačoval podstatne vyššou účinnosťou si preto vyžaduje pochopenie celého spaľovania procesu, ktorý energiu spotrebúva. Spotrebovaná energia však predstavuje len malé percento z celkovej využiteľnej energie. Moderné spaľovacie systémy sú veľmi podobné tým, ktoré sa využívajú na spaľovanie uhlia a vyznačujú sa účinnosťou spaľovania až 90 %.

1.3.4 Zariadenia na spaľovanie biomasy

Priame spaľovanie biomasy je najstaršou známou termochemickou technológiou jej energetického zhodnocovania. Pri výrobe tepla sa uplatňujú dva modely:

- centralizovaná výroba tepla,
- decentralizovaná výroba tepla.

1.3.4.1 Produkcia oxidov dusíka z procesu spaľovania biomasy

Pri charakterizovaní a hodnotení palív sa dnes okrem energetického a ekonomického hľadiska čoraz viac presadzuje i hodnotenie palív z environmentálnych aspektov. Výsledky analýz spalín vznikajúcich spaľovaním dreva poukazujú na skutočnosť, že spaliny okrem hlavných produktov oxidácie C, H, CO₂, H₂O, obsahujú i alifatické a aromatické uhľovodíky, CO a oxidy dusíka. Tieto poznatky evokujú potrebu upustiť od názorov o tzv. ekologicky neškodnej výrobe tepla z dreva a drevných odpadov a nútia nás venovať sa vývoju a skvalitneniu technologických postupov spaľovania biomasy v kúreniskách tepelných generátorov (Dzurenda, 2004).

Jednou z neželaných znečisťujúcich látok v spalinách zo spaľovania fytohmoty (drevo, kôra, ihličie, lístie) sú oxidy dusíka vznikajúceho nízkou teplotnou oxidáciou dusíka viazaného v palive. Koncentrácie oxidov dusíka v spalinách vznikajúcich uvedenou cestou sú závislé na množstve dusíka nachádzajúcom sa v palive. Údaje o obsahu dusíka vo fytohmote uvádzané v odbornej literatúre sú v značne širokom intervale (0,04 - 2,3) %. Základnými stavebnými prvkami fytohmoty sú C, H, O (cca 95 - 98 %) (Vitázek, 2008).

1.3.4.2 Decentralizovaná výroba tepla

Pri decentralizovanom spôsobe je teplo do vykurovaného priestoru dodávané buď pomocou individuálnych vykurovacích zariadení alebo pomocou ústredného vykurovania. Individuálne vykurovacie zariadenia (piecky na pevné resp. kvapalné palivá, na zemný plyn, elektrické radiátory a piecky) dodávajú teplo do jednej miestnosti. Pri ústrednom vykurovaní (vodnom, parnom, teplovzdušnom) sa teplo dodáva do viacerých miestností približne rovnakého objemu z jedného zdroja tepla, avšak bez existencie vonkajších externých rozvodov. Tepelné zdroje pri ústrednom vykurovaní môžu byť vykurovacie alebo kogeneračné (súčasná výroba tepla a elektriny). Z ekonomických dôvodov nemôže byť potreba tepla zaistovaná len kogeneračnou jednotkou. Pokiaľ je takéto zariadenie použité, musí byť doplnené jednoduchým kotlom, tvoriacim zálohu tepelného výkonu a pracujúcimi v období najväčších potrebných tepelných výkonov. Existuje tiež možnosť uvažovať s trigeneráciou (súčasná výroba tepla, elektriny a chladu), zatiaľ sa jedná o technicky i ekonomicky náročnú technológiu. (Horbaj a kol, 2005)

Kozub (krb) – je najstarším známym zariadením na vykurovanie spaľovaním dreva. Ide o viacúčelové zariadenie s otvoreným ohniskom slúžiacim ako zdroj tepla, na prípravu pokrmov a podobne. Z dôvodu nízkej účinnosti spaľovania, (15 – 21) %, sú najnevýhodnejšie. Taktiež sú náročné na kvalitu spaľovaného dreva, vyžadujú suché, tvrdé drevo (breza, buk, dub). Nevhodné je drevo z ihličnatých stromov, lebo pri horení prská žeravé uhlíky. V súčasnosti sa nachádzajú otvorené ohniská kozubovými vložkami s čelným sklom. Týmto sa stráca priamy kontakt človeka s ohňom, ale podstatne stúpne účinnosť spaľovania na (70 – 85) % a môže sa spaľovať akékoľvek suché drevo. (Maga, Piszczalka, 2006).

Moderné poňatie vykurovacej techniky v interiéroch objektov pozemných stavieb vychádza z poznania teórie životného prostredia. Jej predmetom skúmania je človek, v ktorom sa prekrýva duševné, telesné i spoločenské vo vzájomnom spolupôsobení s prostredím. Práve pre človeka je potrebné v našich klimatických podmienkach v prechodnom a zimnom období dotvárať vnútorné životné prostredie v interiéroch objektov vhodnou vykurovacou technikou (Lulkovičová, 2005).

Kachľová pec ako vykurovacie zariadenie sa svojim tvarom, rozmermi a často aj výtvarným riešením významne zúčastňuje na dotváraní interiéru. Kachľová pec je vykurovacie zariadenie pozostávajúce z plášt'a vyhotoveného z kachlíc, prostredníctvom ktorého odovzdáva telo do okolitého priestoru. Konštrukcia a materiál kachľovej pece má schopnosť akumulovať teplo, čím sa predlžuje jej tepelná účinnosť, ktorá dosahuje až 80 %, pričom dobre využíva energiu spalných plynov. Pec patrí medzi vykurovacie telesá s nízkou povrchovou teplotou a väčšou výhrevnou plochou (Maga, Piszczalka, 2006).

Kozubové teplovzdušné kachle sú vhodné pre vykurovanie obytných miestností rodinných domov a rekreačných chát s účinnosťou približne 70 %. Sú konštruované len na spaľovanie dreva, resp. drevených brikiet, pri občasnom prikladaní. V strednej časti kachiel je spaľovacia komora vyložená šamotovými tvárniciami. Jej čelná strana je tvorená veľkoplošným tepelne odolným keramickým sklom, zasadeným vo dverách. V spodnej časti spaľovacej komory je jednoduchý tuhý rošt a pod ním popolník. Horná časť kachiel, nad spaľovacou komorou, slúži na udržiavanie tepla. K vykurovaniu dochádza konvekciou (80 %), t.j. prúdením vzduchu v dvojitém plášti kachiel a sálaním z presklených dvierok a dymovodu. (Maga, Piszczalka, 2006).

Kotol (parný) je súbor zariadení pozostávajúci z tlakového systému, kúreniska, spaľovacieho zariadenia a spalino - vzduchového traktu, konštrukčne spojený do jedného celku slúžiaci na výrobu pary s tlakom väčším ako je atmosférický. Vyrobené teplo sa získava spaľovaním paliva a odovzdáva sa stenami tlakového celku (Horbaj a kol., 2005).

Kotly ústredného vykurovania slúžia pre komplexné vykurovanie domov ekonomickým a ekologickým spaľovaním drevnej hmoty. Sú konštruované tak, aby pri horení drevnej hmoty dochádzalo k pyrolytickej destilácii dreva, ktorá zaručuje maximálny ekonomický a ekologický vývin zmesi plynov. Táto zmes následne horí a odovzdáva teplo obehovej vode ústredného kúrenia. Horenie prebieha trojstupňovým procesom v jednotlivých zónach :

- 1. zóna, v nej dochádza k vysúšaniu a splyňovaniu drevnej hmoty,
- horenie dreveného plynu v dýze s prívodom vzduchu,
- dohorievanie v zvláštnom spaľovacom procese.

Tieto kotle ekologicky spaľujú drevo, drevené brikety, drevné odpady, pričom drevené štiepky, piliny a hobliny je možné spaľovať spolu s polenami a briketami. Účinnosť kotlov je (80 – 85) % a je závislá od ich výkonu.

Kotly na tuhé palivá sa delia podľa spôsobu spaľovania paliva na:

- kotly s vrchným spaľovaním: palivo nasypané cez šachtu na rošt horí zdola nahor. Horľavé plyny i spaliny prechádzajú celou vrstvou nasypaného paliva, ktoré prehorieva v celej výške a cez kotlové ťahy sa dostávajú do sopúcha a ďalej do komína. Výkon kotla je nerovnomerný, pretože je závislý od rozžeravej vrstvy paliva, ktorá sa počas horenia neustále znižuje. Výhodou kotlov s vrchným spaľovaním je pomerne malá ťahová strata. Preto sa vrchné spaľovanie používa predovšetkým v malých kotloch s výhrevnou plochou od (0,5 do 25) m², ktoré sa často pripojujú na nízky komín (Lulkovičová, 2005),
- kotly so spodným spaľovaním: plyny a spaliny neprechádzajú celou vrstvou paliva v násypnej šachte. Bez ohľadu na množstvo paliva v šachte prehorieva palivo len v dolnej časti nasypanej vrstvy. Rozžeravená je trvalo približne rovnaká vrstva paliva, ktorú možno v určitých medziach regulovať, čím sa dosahuje rovnaký výkon kotla. Ohnisko upravené na spodné spaľovanie majú predovšetkým veľké kotly. Môžu sa v nich spaľovať skoro všetky druhy tuhých palív. Medzi kotly so spodným spaľovaním patria tiež kotly s násypníkom na jednej strane, v ktorých sa palivo zosúva na rošt vlastnou hmotou, alebo sa dopravuje do ohniska mechanickým roštom (Lulkovičová, 2005).
- skriňové kotly: sú to nízkotlakové teplovodné a parné poloautomatické kotly žiarorúrkové (teplonosná látka sa v kotly ohrieva zväzkom rúrok, v ktorých prúdia horúce spaliny), s polomechanickým roštom na spaľovanie tuhých palív. Kotly sa zauhľujú zhora, cez násypník umiestnený v prednej časti kotla. Spaliny sa odvádzajú sopúchovým nadstavcom zo zadnej časti prirodzeným spôsobom. Kotly veľkosti do 100 m² sa dodávajú v jednom kuse, väčšie kotly sú delené na dve časti (Lulkovičová, 2005),
- blokové kotly: používajú sa na vykurovanie väčších obytných domov, verejných budov, hotelov a ako tepelné zdroje v blokových výhrevniach. Tieto kotly

(nizkotlakové) sú najväčšie, ktoré sa môžu ešte inštalovať do budov, najčastejšie do suterénov. Kotol je zvaraný z oceľových plechov, určený na spaľovanie menejhodnotných tuhých palív. Vybavený je mechanickým roštom. Posun nastavenej vrstvy paliva zo zásobníka do ohniska a jeho dokonalé spaľovanie na rošte je riadené termostatom alebo časovým spínačom, ktoré vypínajú elektrický pohon roštu a prerušujú jeho pohyb do toho času, kým palivo na konci roštu úplne nezhorí. Regulátor teploty pri vodných, resp. regulátor tlaku pri parných kotloch nastavuje prívod spaľovacieho vzduchu pod rošt. Odpor vrstvy paliva na rošte prekonáva ventilátor na prívod spaľovacieho vzduchu pod rošt a komínový ventilátor za kotlom na odvod spalín. Automatické nizkotlakové kotly sa vyrábajú v dvoch typoch: kotly s výhrevnou plochou 18 a 27 m², ktoré sa ukladajú na zvýšený 50 cm základ, a kotly s výhrevnou plochou 40 a 60 m². Rozoznávajú sa kotly pravé a ľavé (podľa toho, na ktorej strane je rošt a zásobník paliva). Odstraňovanie popola je vzadu alebo z boku a vykonáva sa ručne do popolnicových nádob alebo priamo do vozíkov, ktoré sú zasúvané pod rošt (Lulkovičová, 2005).

Sporáky na drevo slúžia ako kotle na ústredné vykurovanie, prípravu teplej úžitkovej vody (TÚV), varenie a pečenie. Dajú sa prepnúť na dva režimy prevádzky. V letnom režime je spaľovací priestor menší a slúži len na varenie, pečenie a prípravu TÚV. V zimnom režime je spaľovací priestor väčší a slúži na vykurovanie viacerých miestností. Sporáky na drevo majú rôzny tepelný výkon, ktorý závisí aj od použitého paliva.

1.3.4.3 Centralizovaná výroba tepla

Sú to najmä kotelne pracujúce na báze spaľovania drevnej hmoty a slamy. Hlavné spaľovacie systémy používané v súčasnosti sú kúreniská so spodným ohrievaním, roštové kúreniská, fluidné kúrenisko a tlejúce kúrenisko. Pri centralizovanom zásobovaní teplom, tzv. diaľkovom vykurovaní, sú zdroje tepla umiestnené v dostatočnej vzdialenosti od zásobovaných území (teplárne a výhrevne), ktoré dodávajú teplo do podružných zdrojov tepla (odovzdávacie stanice tepla), na ktoré sa potom pripájajú sekundárnymi tepelnými sieťami vykurovacie sústavy jednotlivých objektov (Horbaj, 2005).

Zdroje tepla slúžia pre ústrednú alebo individuálnu výrobu tepla (podlažia, budovy, alebo skupiny budov a sú to technologické a strojné zariadenia, ktoré zásobujú vykurovaciu sústavu bytu) tepelnou energiou prostredníctvom určitého druhu teplonosnej látky. Spravidla pripravujú tepelnú energiu aj pre ohrev teplej úžitkovej vody a pre vzduchotechniku, ak to prevádzka budov vyžaduje. Podľa veľkosti zásobovaného územia, resp. podľa menovitého tepelného výkonu a umiestnenia, zdroje tepla sú individuálne alebo centrálné (domové, blokové, okrskové) (Lulkovičová, 2005).

Centralizované zásobovanie teplom je charakterizované existenciou viac či menej rozsiahlych tepelných sietí, spájajúcich jeden alebo viac zdrojov tepla s väčším počtom navzájom oddelených objektov. Pracovným médiom pre dopravu tepelnej energie v primárnych sieťach môže byť voda alebo para. Jednoznačne výhodnejším dopravným médiom je voda a to z týchto dôvodov :

- vodné tepelné siete majú menšie tepelné straty ako pri menovitom tepelnom výkone, ale hlavne pri čiastočných výkonoch,
- lepšie a hospodárnejšie je možné merať spotrebu tepla,
- jednoduchšie a presnejšie je merať spotrebu tepla,
- pri kogeneračnej výrobe je dosahovaná podstatne väčšia výroba elektrickej energie i celková tepelná účinnosť kogeneračného zariadenia (Horbaj a kol., 2005).

Kúreniská so spodným ohrievaním uplatňujú sa iba v systémoch s výkonom do 6 MW a pre biopalivo s nízkym obsahom popola (drevné štiepky, piliny). Biomasa bohatá na popol (kôra, slama) potrebuje účinnejší systém odstraňovania popola.

Centralizované zásobovanie teplom má tieto výhody:

- vyššiu energetickú účinnosť vplyvom väčšieho výkonu zdrojov, t.j. vplyvom menšej spotreby paliva na jednotkové množstvo tepla dodaného do tepelnej siete,
- možnosť využitia horších druhov palív než pri decentralizovaných spôsoboch,
- možnosť použitia jadrovej energie k zásobovaniu teplom,
- využiteľnosť zdrojov odpadového tepla svojim charakterom vhodných na efektívne zapojenie sietí centralizovaného zásobovania teplom,
- širšia možnosť využitia kombinovanej výroby tepla a elektriny,

- jednoduchšia a lacnejšia stavba budov rôznych objektov zásobovaných teplom z tepelných sietí, pretože nebudú potrebné komíny, uhoľné a iné,
- zníženie počtu pracovníkov potrebných na obsluhu aj rozvoz paliva a odvoz popola
- odľahčenie mestského dopravného systému od rozvozu uhlia a nafty jednotlivým spotrebiteľom a odvoz popola,
- vyššia bezpečnosť než u plynových spotrebičov,
- lepšia hygiena v porovnaní s individuálnymi spotrebičmi spaľujúcimi v obytných priestoroch fosílnu palivo,
- určitým zlepšením ochrany ovzdušia nad zásobovanou oblasťou (znížením množstva škodlivých emisií nad touto oblasťou), ak sa teplo dodáva do zdrojov skombinovanou výrobou tepla a elektriny.

Nevýhody centralizovaného zásobovania teplom sú:

- vyššie fixné náklady zdrojov vplyvom ich vyššieho technického vybavenia a aj vplyvom rozvodu tepla,
- precíznejšia plánovacia príprava, ktorej náročnosť stúpa s veľkosťou siete centralizovaného zásobovania teplom,
- kvalifikovaná obsluha,
- technicky správne riešenie rozvodu tepla v závislosti od rozlohy tepelnej sústavy, aby sa dosiahla je dostatočne dlhá životnosť a malé tepelné straty, ktoré sú oproti iným spôsobom pomerne väčšie,
- vznik tepelných strát v primárnej a často i sekundárnej rozvodnej sieti,
- potreba čerpacej práce pre transport pracovnej látky,
- potreba údržby rozsiahlej tepelnej siete.

Na tepelných zdrojoch pracujúcich v kombinovanom teplárskom cykle vzniká základná úspora daná týmto obehom, ktorá značne prevyšuje úspory tepla vplyvom lepšej účinnosti väčších zdrojov. Preto teplárne, napr. elektrárne s odberom tepla sú energeticky omnoho výhodnejšie než výhrevne. Sú však zložitejšie a drahšie a môžu sa teda uplatniť od väčších výkonov než výhrevne. Význam šetrenia tepla rýchlo stúpa úmerne s vyčerpávaním zdrojov.

Rovnako je to aj v oblasti znečisťovania ovzdušia exhalátmi, ktorých množstvo je pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla podstatne menšie ako pri výrobe elektrického prúdu v kondenzačných elektrárnach a tepla vo výhrevniach.

Tepelné zdroje pri centralizovanej výrobe tepla môžu mať rôzne konštrukcie kúrenísk.

Roštové kúreniská sú rôzneho vyhotovenia, pričom sa používajú najmä typy:

- s tuhým roštom, ktoré sú vhodné pre malé výkony do 1MW,
 - s pohyblivým roštom, chladeným primárnym spaľovacím vzduchom alebo vodou.

Roštové kúreniská sú vhodné pre biomasu s vysokou vlhkosťou, variabilitou veľkosti častíc a vysokým obsahom popola.

Fluidné spaľovanie sa uplatňuje v kotlových jednotkách s menovitým výkonom nad 10 MW. Základom fluidného javu je vznášanie častíc tuhej látky (piesok, oceľová drvina) dynamickým pôsobením pretekajúceho fluidizačného média (kvapalina, plyn). Tieto systémy vykazujú nízky únik CO, diskutabilné sú ale emisie oxidu dusného NO, ktoré mnohonásobne prevyšujú N₂O z klasického spaľovania, ako aj spaľovanie dreveného odpadu s obsahom živíc z dôvodu spekania častíc tuhej látky.

Tlejúce kúrenisko bolo vyvíjané v Dánsku pre spaľovanie slamy a nekvalitného suchého sena. Tieto biopalivá sa lisujú do balíkov. Spotreba energie na lisovanie biopaliva (slama, seno) nepresahuje 5 % ich energetického potenciálu.

Balíky slamy postupujú kontinuálne pomocou hydraulického piestu cez plniaci tunel. Pri vstupe do spaľovacej komory začína splyňovanie paliva a pokračuje jeho spaľovaním na rošte. Riadenie teploty roštu ako aj kúreniska je veľmi dôležité, lebo slama má nízky bod tavenia popola a vysokú adiabatickú teplotu spaľovania zapríčinenú nízkou vlhkosťou. Teplota kúreniska by nemala presiahnuť 900 °C. Spaľovanie slamy zapríčiňuje vznik väčšieho podielu veľmi jemných a ľahkých častíc popola ako aj aerosóly alkalických chloridov, ktoré je nutné zachytiť, a tak zamedziť usadeninám na roštových a teplovýmenných plochách. Nepriaznivý je až 10 % úlet slamy do komína, ktorý je potrebné rovnako zachytiť v odlučovačoch (filtroch).

Spaľovanie tuhých komunálnych odpadov. Na jednu osobu pripadá približne (500 až 800) kg tuhých odpadov za rok. Z horľavých materiálov obsahuje tento odpad papier

(35-60 %), drevo (2-35 %), textil, guma (1-3 %), zvyšky potravín (2-8 %) a plasty (1-8 %). Relatívna vlhkosť tuhých odpadov je (25-55) % a výhrevnosť je (3-11) % MJ.kg⁻². Jedna tona domového odpadu svojou výhrevnosťou nahradí 0,5 až 1 tonu hnedého uhlia. Z dôvodu potreby ekologickej likvidácie sa tento odpad energeticky zhodnocuje v špeciálnych spaľovniach určených na jeho konverziu. Najmodernejšie spaľovacie technológie v súčasnosti umožňujú tento odpad využiť na kombinovanú výrobu tepla a elektriny pre priemyselné alebo komunálne účely.

1.3.5 Splyňovanie biomasy

Splyňovanie biomasy je proces, pri ktorom sa horľavá hmota biopaliva mení na plynné palivo pri určitej teplote za obmedzeného prístupu vzduchu. Pri tomto procese dochádza k premene rastlinnej biomasy na plyn, ktorý je použitý na spaľovanie, napr. v spaľovacích motoroch alebo na výrobu iného nosiča energie (napr. metanolu chemickou syntézou) (Maga,Piszalka 2006).

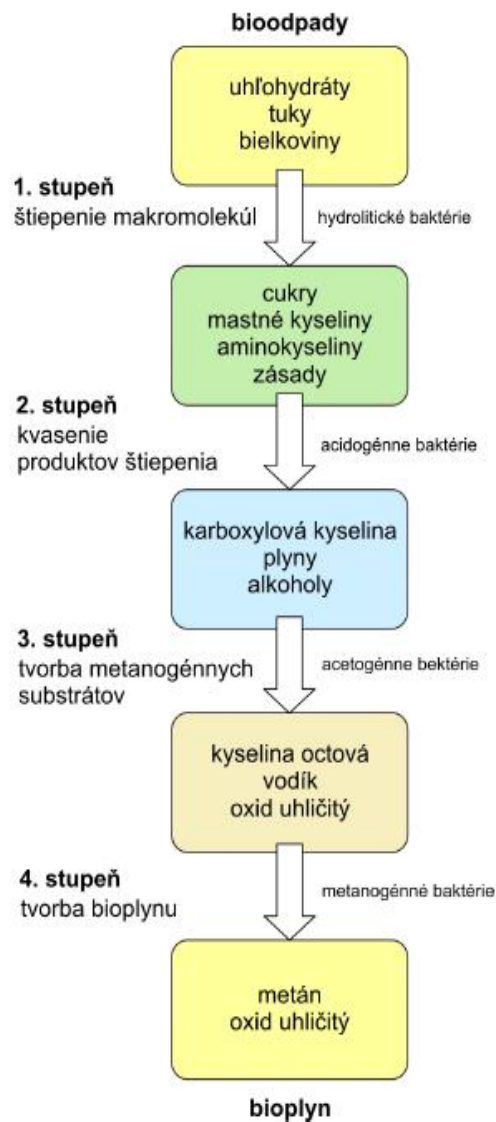
Splyňovacie pochody biomasy prebiehajú v dvoch fázach:

- v prvej fáze vzniká drevené uhlie a decht,
- v druhej fáze reagujú tieto medziprodukty s privádzaným vzduchom v nadväzných chemických reakciách. Ich výsledkom je zmes plynov obsahujúcich značné percento nehorľavých plynov (N₂ – 50%, CO₂ -10%) a horľavé plyny (CO, H₂, CH₄). Ide o rýchly proces, ktorý na rozdiel od biochemických reakcií môže prebiehať v malých nenákladných zariadeniach (splyňujúce kotle) nasledujúcimi spôsobmi :
 - pyrolýza (splyňovanie teplom),
 - splyňovanie vzduchom,
 - splyňovanie kyslíkom,
 - splyňovanie vodíkom,
 - splyňovanie vodnou parou.

Základné princípy splyňovania biomasy sú známe od začiatku 19.storočia. Táto technológia bola natoľko univerzálna a spoľahlivá, že počas 2. svetovej vojny sa na európskych cestách pohybovalo niekoľko miliónov vozidiel so splyňovacím agregátom vyrábajúcim drevoplyn spaľovaný v motore vozidla. Nástupom širokého využívania ropných produktov záujem o túto technológiu postupne opadol. Oživenie nastalo až po ropnej kríze v 70-tych rokoch.

1.4 Bioplyn a jeho výroba

Premena biomasy na bioplyn za pomoci mikroorganizmov sa nazýva anaeróbne vyhnívania. Považuje sa za najlepší z biochemických postupov. Koncovým produktom anaeróbneho vyhnívania organického materiálu je bioplyn – zmes metánu, oxidu uhličitého a ďalších zložiek. Táto technológia je dôležitá pre ochranu životného prostredia z dôvodu znižovania emisií skleníkových plynov.



Obr. 1 Schéma výroby bioplynu

1.4.1 Výroba bioplynu

Spracovanie rastlinnej biomasy začína zberom biomasy v mieste vzniku (na poli, v lese) a následným transportom do príjmovej nádrže v mieste spracovania. Dodávky musia byť rovnomerné a zodpovedať nominálnemu výkonu výrobného zariadenia. Prijímaný materiál musí vyhovovať prísny kvalitatívnym kritériám, aby neznehodnotil celú výrobu. Výpočet ceny tejto operácie je značne neistý, pretože súčasne pôsobia rôzne faktory, napr. rôzne prírodné podmienky (hornatý terén a pod.), ale aj rôzne formy podpory, napr. dotácie na pohonné hmoty pre poľnohospodárov („zelená bionafta“) (Gaduš, 2005).

Aj pri výrobe bioplynu je potrebná úprava vstupnej suroviny. Úprava materiálu pozostáva z krokov na úpravu surovej biomasy do stavu vhodného na fermentáciu. Môže ísť o separáciu, riedenie, zahusťovanie, predohrev, aktiváciu mikroflóry, homogenizáciu a pod.

Anaeróbny reaktor je ústredným prvkom celej bioplynovej stanice. Konfigurácia reaktora môže mať horizontálne alebo vertikálne usporiadanie a každá koncepcia má viacero verzií.

Doprava bioplynu z reaktora do zásobníka je vedená cez regulačné a bezpečnostné prvky. Bioplyn je na trase vyčistený (odstránenie nežiaducich prímiesí H₂S, H₂O, CO₂, prach a i.).

Kalová koncovka je trasa, ktorou odvádzame vyčerpanú biomasu z reaktora. Môže slúžiť ako hodnotné hnojivo. Do popredia sa dostáva biomasa, ktorá svojím dostupným množstvom presahuje energetické nároky ľuďstva. Napriek tomu sa vo veľkej miere používa zemný plyn, ktorý ponúka nepretržité dodávky bez výkyvov a stabilnú kvalitu plynu. Je dostupný a jeho cena je relatívne nízka. Nie je to však obnoviteľný zdroj a Slovensko je závislé na jeho dodávkach zo zahraničia.

Využitie biomasy v spojení s palivovými článkami je výhodnejšie ako jej priame spálenie. Anaeróbne vyhnívajú ľahkej biomasy a termické spracovanie ťažkej biomasy predstavujú najlepšie možnosti získavania plynného paliva. Bioplyn sa skladá hlavne z metánu a oxidu uhličitého. Po odstránení nežiaducich zložiek je vhodným palivom pre vysokoteplotné palivové články, reformáciou získavame vodík pre nízkoteplotné palivové články (Kubica, Ľudvík, 2004).

1.4.2 Anaeróbne vyhnívanie

Premena biomasy na bioplyn prebiehajúca za pomoci mikroorganizmov sa nazýva anaeróbne vyhnívanie. Považuje sa za najlepší z biochemických postupov. Koncovým produktom anaeróbného vyhnívania organického materiálu je bioplyn – zmes metánu, oxidu uhličitého a ďalších zložiek. Táto technológia je dôležitá pre ochranu životného prostredia z dôvodum znižovania emisií skleníkových plynov. V základe je to biologický proces. Organický materiál bez prístupu kyslíka premieňame na plyn, ktorý obsahuje energiu obsiahnutú v pôvodnom materiáli. Mikroorganizmy sú schopné spracovať látky v nasledujúcom poradí: kyslík, nitráty, sulfáty, síru, železo, oxid uhličitý. Počas tohto procesu mikroorganizmy získavajú energiu pre svoj metabolizmus. Ako prvý spracovávajú kyslík (dýchanie), čo je pre nich energeticky najvýhodnejšie a nakoniec oxid uhličitý (metanogenéza). Ak v prostredí začnú chýbať prvky ako kyslík, nitráty a síra (metanogenické prostredie), mikroorganizmy spracovávajú oxid uhličitý a produktom ich metabolizmu je metán. Konečným produktom rozkladu v metanogenickom prostredí je zmes metánu a oxidu uhličitého. (Gaduš,2005)

1.4.3 Úprava bioplynu

Bioplyn získaný z biomasy nie je dostatočne vhodný ako palivo pre klasické spaľovacie motory. Je nutné odstrániť niektoré zložky. Postup nie je jednoduchý, čistenie prebieha v niekoľkých krokoch, ale nepredstavuje technologický problém. Obsah metánu (paliva) v bioplyne predstavuje zhruba 60 %. Zvyšnú časť tvorí prevažne oxid uhličitý (37 %) a ostatné nežiaduce zložky.

Pre ďalšie použitie je nutné odstrániť tuhé častice, sadze. Postup je pasívny, tuhé časti sa odstraňujú prechodom plynu cez filtre, najčastejšie sieťky z nehrdzavejúcej ocele.

Voda sa z bioplynu odstraňuje, aby nespôsovovala koróziu pri ďalšom spracovaní a uskladnení. Odstrániť ju môžeme zmrazením, odparením vo výmenníku, alebo prechodom cez filtre zachytávajúce vlhkosť (napr. piesok).

Amoniak je nežiaduci pre nádrže na uskladnenie. Jeho odstraňovanie je nutné z dôvodu emisií NO_x vo výstupnej zmesi.

Obsah oxidu uhličitého znižuje energetickú hodnotu paliva. Uvoľňovaním do atmosféry neprispieva ku skleníkovému efektu, pretože obsah oxidu uhličitého v bioplyne je len taký vysoký, koľko rastliny tvoriace biomasu z atmosféry spotrebovali. Odstrániť ho môžeme absorpciou, membránami, zmrazovaním.

Odstraňovanie síry (H_2S) patrí medzi najdôležitejšie a zároveň najproblematickejšie. Jej prítomnosť spôsobuje koróziu nádrží, pri priamom spaľovaní vznikajú emisie SO_x a taktiež znižuje výkon a životnosť zariadení. Klasické fyzikálno-chemické technológie (odstraňovanie síry membránou, chloridom železitým, skvapalňovaním, absorpciou) na odstraňovanie síry pravdepodobne nahradia nové biotechnologické postupy (mikroorganizmy požírajúce síru), ktoré sú efektívnejšie a lacnejšie. V súčasnosti sú predmetom výskumu.

Halogény majú veľmi negatívny vplyv na životné prostredie. Metódy na ich odstraňovanie sú podobné ako v prípade síry.

Siloxán sa usadzuje na stenách potrubí a v spaľovacích motoroch. Existujú iba fyzikálne metódy na ich odstraňovanie, ako je čistenie skondenzovanej vlhkosti spolu so siloxánmi pomocou aktívneho uhlia, absorpciou v grafitových sítach a ďalšie. Tieto procesy sú finančne náročné.

1.5 Solárne systémy

1.5.1 Využitie slnečnej energie na dodávku tepla

Slnko čerpá svoju energiu z termojadrovej reakcie, pri ktorej ide o syntézu ľahkých jadier na ťažšie pri veľmi vysokých teplotách. Pri tejto reakcii sa uvoľňuje značné množstvo energie, z ktorej na Zem dopadá sálaním len nepatrná časť s výkonom $1,72 \cdot 10^{17}$ W t.j. $1,51 \cdot 10^9$ TWH za rok. To sa prejavuje ohrevom zemského povrchu, oceánov a atmosféry, kolobehom vody, prúdením vzduchu a fotosyntézou rastlín. Okrem energie prúdiaceho vzduchu – vetra a potenciálnej, respektíve kinetickej energie vody bude v budúcnosti ľudstvo navyše využívať slnečnú energiu ešte na ďalšie účely:

- na zintenzívnenie produkcie listovej zelene na výživu pri súčasnom zlepšení životného prostredia,
- na fotochemickú výrobu palív,

- na priamu výrobu elektrickej energie vo fotoelektrických článkoch,
- ako teplo na vykurovanie, klimatizáciu, prípadne technologické pochody a na výrobu elektrickej energie nepriamou cestou pomocou tepelných obehov.

Využívaním slnečnej energie sa neznečisťuje životné prostredie, ani zásadným spôsobom nenarušuje celková tepelná bilancia zeme. Závažným nedostatkom je však relatívne nízka plošná hustota slnečného žiarenia na povrchu zeme a jeho značná časová premenlivosť. To spôsobuje, že túto energiu napriek tomu, že je zdarma a prakticky nevyčerpatel'ná, nebolo možné zatiaľ vo väčšej miere využívať a ani v blízkej budúcnosti nemožno rátať s tým, že jej podiel v celosvetovej bilancii bude porovnateľný s podielom z ostatných zdrojov. Aj tak sa však využitie slnečnej energie dostáva v ostatnom čase do popredia záujmu ľuďstva.

Najjednoduchšie využitie slnečnej energie je jej priama premena energie fotónov na teplo ohrievanej pracovnej látky. Prakticky využiť túto premenu možno dvoma smermi:

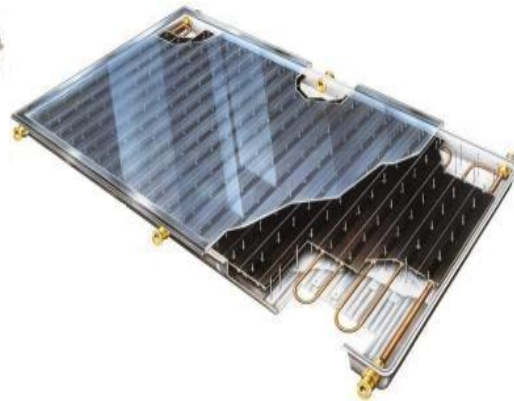
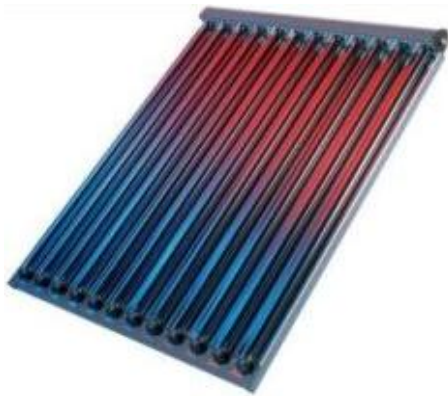
- tepelná energia na ohrev úžitkovej vody, vykurovanie a chladenie obytných miestností prípadne na varenie,
- tepelná energia na priemyselné účely (sušenie, destilácia), poľnohospodárstvo (zavlažovanie, sušenie) a na výrobu elektrickej energie, a to podobne ako pri klasických zdrojoch, buď na individuálne, alebo lokálne či centralizované zásobovanie teplom so súčasťou výrobou elektrickej energie (Horbaj a kol., 2005).

Solárny systém aktívne využíva slnečnú energiu a transformuje ju na tepelnú energiu. Kolektor, spojovacie potrubie a spotrebič tvoria základ solárneho zariadenia. Pod spotrebičom rozumieme bojler, bazén, vykurovací systém alebo iný spôsob využitia tepelnej energie.

Solárny kolektor je zariadenie určené k pohlteniu slnečného žiarenia a jeho premene na tepelnú energiu, ktorá je odovzdaná látke pretekajúcej kolektorom. Teplo sa používa na prípravu teplej vody v budovách, ohrievanie bazénov, varenie alebo sušenie poľnohospodárskych plodín. Slnečné kolektory sa dajú využiť prakticky všade tam, kde sa vyžaduje teplo. Kvalitné slnečné kolektory sú schopné v našich klimatických podmienkach ročne pokryť (60-75) % energie potrebnej na prípravu teplej vody pre priemerný rodinný dom, pričom v období od apríla do októbra je možné úplne spoľahnúť sa na slnečnú energiu.

Rozdelenie solárnych kolektorov:

- kvapalinové kolektory:
 - o ploché kvapalinové kolektory:
 - vákuové trubicové,
 - vákuové ploché,
 - ploché kolektory pre celoročné využitie,
 - ploché kolektory bez transparentného krytu – absorbéry,
 - o sústreďujúce kolektory,
- vzduchové kolektory:
 - o vzduchové kolektory so vzduchovou medzerou,
 - o vzduchové kolektory bez vzduchovej medzery.



Obr. 2 Vákuový trubicový kolektor

Obr. 3 Vákuový plochý kolektor TS400

1.6 Geotermálne výhrevne, teplárne a elektrárne s odberom tepla

Množstvo tepelnej energie obsiahnuté vo vnútri zeme sa odhaduje na 10 J. Príčinou generácie tepla je pravdepodobne rozpad izotopu uránu, thória, a draslíka zhruba s výkonom 30 W, ktorý je pri strednej povrchovej hustote tepelného toku 0,035 až 0,083 W.m⁻² odvádzaný do oceánov a do atmosféry. Z technických a ekonomických dôvodov sa dnes dá prakticky využívať geotermálne teplo z povrchovej vrstvy Zeme asi do hĺbky 10 až 15 km (Horbaj,2005).

Väčší rozmach geotermálnej energetiky možno očakávať od umelých systémov využívajúcich teplo suchých hornín. Ich potenciálne možnosti sú najmenej o dva rády vyššie ako pri prírodných systémoch, a mohli by preto do značnej miery uspokojiť

dnešnú i budúcu potrebu ľudstva. Dosiachnutie prijateľných teplôt (200 až 300) °C zodpovedá hĺbke 6 až 10 km. I keď hĺbka vrtov okolo 8 km je dnes zvládnutá, treba prihliadať na tri problémy:

- cena vrtu rastie exponenciálne s hĺbkou vrtu,
- pre malú tepelnú vodivosť hornín a nízky teplotný gradient je nevyhnutné realizovať v týchto veľkých hĺbkach na ohrev cirkulujúcej vody výmenníky s veľkou teplo výmennou plochou,
- cirkulácia vody, ako nositeľa tepla, je energeticky náročná a investičné nákladná.

Pri zásobovaní teplom sa využívajú geotermálne vody na vykurovanie a klimatizáciu obytných domov a závodov, na prípravu úžitkovej teplej vody a pre potreby v poľnohospodárstve. Technológia využívajúca geotermálnu energiu podlieha stálemu vývoju, hlavne v oblasti vývoja systémov ťažiacich teplú vodu z hĺbky viac ako 4000 metrov. Nevýhodou, ktorá bráni širšiemu využívaniu geotermálnej energie je, že voda obsahuje veľké množstvo solí, a preto sa nemôže priamo viesť vodovodnými potrubiami a využívať ho ako zdroj pitnej vody. Nemožno ju použiť ani v systéme diaľkového vykurovania. Soľ by rozožrala vodovodné rúry aj vykurovacie telesá. Využívanie geotermálnej energie na ohrev vody sa preto nezaobíde bez použitia výmenníkov. Nové technológie využívajú nehrdzavejúce výmenníky a nízkoteplotné vykurovacie systémy. Opatrenia na zníženie nežiaducej ekologickej záťaže z využívania tohto zdroja, napríklad reinjekcia vody a rozpustných odpadov, sa dnes stávajú bežnou praxou. Účinne sa zabraňuje aj plynným emisiám, hlavne sírovodíku (Horbač,2005).

1.7 Spaľovanie odpadu ako zdroj tepla

Jedinou dosiaľ vhodnou technológiou na likvidáciu škodlivých zložiek mestských odpadov je ich spaľovanie. Pritom možno využiť získané teplo z horľavých zložiek za súčasnej sterilizácie zvyšného podielu vysokou teplotou. Pri dostatočnom množstve odpadov sa spaľovne dnes riešia buď ako parné teplárne, alebo výhrevne. Potrebné kotly pre spaľovne sa líšia od kotlov na tuhé fosílné palivá tým, že majú predradené osobitné ohnisko s presuvnými prehrabávacími alebo valcovými roštami, doplnenými stabilizačnými horákmi, prípadne pec na spaľovanie odpadkov (Horbač,2005)

Výhrevnosť mestských odpadkov v priebehu roka kolíše z letnej hodnoty okolo 4 až 4,5 tony MJ.kg⁻¹ na hodnotu 10 M.kg⁻¹ v zimných mesiacoch. Spálením 1t odpadkov možno získať asi 1,2 t pary.

Spaľovňa musí byť vybavená dostatočne veľkým zásobníkom na odpadky a jeho konštrukcia musí vyhovovať prísnyh hygienickým predpisom, rovnako aj zariadenie na čistenie spalín.

Z ekonomického hľadiska možno stavať spaľovne v mestách alebo mestských aglomeráciách s najmenej 150 až 200 tisíc obyvateľmi, pričom vzdialenosť dopravy odpadkov by nemala byť väčšia ako 15 km. Majú byť umiestnené na okraji mesta, blízko hlavných komunikácií (Horbaj,2005).

ZÁVER A NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV

Výroba energie je dnes hlavnou otázkou vo svete, a preto sa hladajú vždy nové a nové spôsoby aby sa energia vyrobila, ktorá je v našom svete nenahraditeľná. Zmenšujúce sa zásoby fosílnych palív, núti uvažovať a obzerať sa po alternatívnych zdrojoch energie. Jednou možnosťou je Biomasa, ktorá má vo svete stúpajúcu tendenciu. Upravuje sa briketovaním, peletovaním, kompakovaním. V dnešnej dobe sa zdroje tepla rozlišujú na malé, veľké a stredné. V práci sme sa zamerali aj na zariadenia, ktoré sú známe produkciou tepla. Sú to rôzne druhy kotlov, tie radíme medzi malé zdroje tepla. Medzi stredné zdroje tepla zaraďujeme teplárne, a medzi veľké zdroje tepla zaraďujeme elektrárne. Treba sa zaoberať aj inými zdrojmi tepla ako sú fosílna palivá. Jednou z nich je slnečná energia, má veľkú výhodu, je to neobnoviteľný zdroj energie, navyše je zadarmo, len treba doriešiť slnečné konektory, ktoré si hlavne z finančného hľadiska nemôže niekto dovoliť. Ďalším spôsobom je zdroj energie z geotermálnych prameňov. Je to dobrý zdroj tepelnej energie, len otázkou jeho nevýhodnosti zostáva cena vrtu, a jeho nákladnosť. Medzi ďalšie spôsoby patria spaľovanie komunálneho odpadu, len spaľovňa na takéto spaľovanie, musí spĺňať náročné hygienické predpisy, v podobe rôznych odlučovačov aby sa to nedostalo do ovzdušia. Posledným spôsobom získavania energie je výroba bioplynu. V práci sme sa zamerali na jeho výrobu a až po finálnu úpravu na konečné použitie.

Použitá literatúra

1. DAŇOVÁ, M. 2004. Využitie biomasy obnoviteľných zdrojov na energetické účely. In Zborník z XII. Ved. sympózia Hrádok 2003, s. 142-145, ISBN 80-88985-94-3
2. ĎURKOVSKÝ, J. – KOLEJÁK, M. 2003 Súčasný výhľadové energetické využívanie biomasy v SROV. IN ENERGIA. 2/2003. Roč.5 ISN 1335-6453
3. GADUŠ, J. 2005 *Výroba a možnosti využitia bioplynu v poľnohospodárskom sektore Slovenska*. [online]. <http://www.dsihk.sk/cm/278/Gadus-SK.pdf>
4. HORBAJ, P – LUKÁČ, P - MIKOLAJ, D 2005 Zásobovanie teplom. Košice : edícia študijnej literatúry Košice, 2005, 250str., ISBN 80-8073-304-X
5. Kubica, J., Ľudvík, J. *Palivové články v slovenských podmienkach* in Energetika 3/2004
6. LULKOVICHOVÁ, O., a kol. 2004. Zdroje tepla a domovní kotelny. Bratislava : Jaga, 2004, 223s., ISBN 80-8076-002-0
7. LULKOVICHOVÁ, O. 2005 Zdroje Tepla/základné triedenie. Bratislava IN: Stavebné Tabuľky, str. 1-7
8. MAGA, J., PISZCZALKA, J., 2006. Biomasa jako zdroj obnoviteľnej energie. Nitra : Vydavateľstvo SPU, 2006, 104s., ISB 80-8069-679-9
9. PEPICH, Š. 2004. Netradičný dostupný zdroj energie. Verejná správa 25-26/2006
10. VITÁZEK, I. 2008. Využitie energie z biomasy – 1.časť. In *Agrobioenergiia – časopis združenia pre poľnohospodársku biomasu*, roč.3, 2008č.1, s. 20-23, ISSN 1336-9660
11. ŠÚRI, M. 2004. *Electricity Generation from the Viewpoint of Renewable Energy Sources*. Život. Prostr., Vol. 38, No. , 2420-249, 2004