

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ A STAVEB

**ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ BIOPALIV S OHLEDEM NA
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí: doc. Ing. Jan Malat'ák Ph.D.

Vypracoval: Ondřej Holub

PRAHA 2010

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat doc. Ing. Janu Malatákovi, Ph.D. – jakož to vedoucímu této práce za cenné rady a připomínky spojené s vypracováním této bakalářské práce.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Energetické využívání biopaliv s ohledem na životní prostředí vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem jen zdrojů, které cituji a zmiňuji v příložené bibliografii.

.....

podpis autora

Autorský referát:

Během posledních několika let je na vzestupu používání biopaliv. Jak již tedy říká název práce nesmíme zatěžovat životní prostředí. V České republice jsou do značné míry používána biopaliva z toho důvodu, protože nemáme jiné alternativní zdroje energie, jako jsou například: větrná energie, sluneční energie atd. Hlavní změna byla v roce 1989.

Klíčová slova: biomasa, emise, spalovací zařízení, bioplyn

Obsah:

1. Úvod	7
2. Charakteristika biopaliv	8
2.1 Vysvětlení pojmu biopaliva	8
2.2 Druhy a výroba biopaliv	9
2.2.1 Tuhá biopaliva	9
2.2.2 Kapalná biopaliva	13
2.2.3 Plynná biopaliva	15
3. Metody energetického využití biopaliv	18
3.1 Spalování tuhých a kapalných biopaliv	18
3.1.1 Spalování a spoluspalování biomasy	19
3.2 Zplyňování	20
3.3 Pyrolýza	22
3.3.1 Rychlá pyrolýza	24
3.4 Kogenerace	25
4. Zařízení pro energetické využití biopaliv	26
4.1 Technologie a technika využití tuhých biopaliv	26
4.1.1 Kotle malých výkonů	26
4.1.2 Kotle středních výkonů	32
4.1.3 Kotle velkých výkonů	33
4.1.4 Kotle na slámu	33
4.1.5 Krby a kamna	34
4.1.6 Akumulační nádrže ke kotlům	38
4.2 Technologie a technika využití kapalných biopaliv	39
4.3 Technologie a technika využití plynných biopaliv	41
5. Zhodnocení jednotlivých způsobů energetického využívání	44
5.1 Způsoby využití biomasy k energetickým účelům	44
5.2 Výsledné zhodnocení jednotlivých druhů biopaliv	46
5.3 Emise ze spalování biomasy	48
5.4 Výběr vhodného vytápěcího zařízení	48
6. Závěr	51
7. Seznam použitých zdrojů	52
8. Seznam příloh	54

1.Úvod

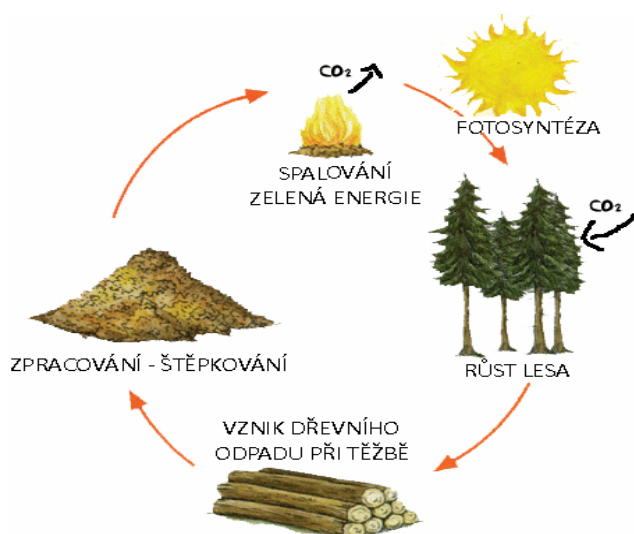
Na celkovém využití energetických zdrojů v České republice se momentálně nejvíce podílejí tuhá paliva (černé a hnědé uhlí) a to z více jak čtyřiceti procent, dále jsou zastoupení plynná a to přibližně z jedenadvaceti procent, z patnácti procent kapalná, ze sedmnácti procent jaderná energie a suverénně nejmenší zastoupení mají obnovitelné zdroje energie a to pouze z necelých pěti procent. Trendem ale především nutností bude v jedenadvacátém století využívání právě obnovitelných zdrojů energie a to zejména z důvodů nedostatku fosilních paliv(uhlí, ropa, zemní plyn), které také významně znečišťují životní prostředí, jak se můžeme dočíst ze všech sdělovacích prostředků.. Ne všude jsou ideální podmínky pro využívání sluneční nebo větrné energie jako např. ve Španělsku, Nizozemsku a proto v těchto hůře položených oblastech dochází k rozmachu využívání biomasy.

2.Charakteristika biopaliv

2.1 Vysvětlení pojmu biopaliva

Biopalivo je palivo vyrobené z biomasy. Biomasa představuje výsledek fotosyntetické přeměny solární energie a oxidu uhličitého do chemických a fyzikálních složek rostlinného materiálu. Tyto složky se následně stanou mechanismem uchování energie a umožňují naakumulovanou solární energii uvolnit prostřednictvím rostlinných a živočišných ekosystémů, lidí a průmyslových systémů. Užitečná práce konaná při změně biomasy na bioenergii pochází rovněž ze sluneční energie a to platí bez ohledu na to, zda biomasa vyrostla v uplynulém období 500milionů let a nebo zda se jedná o nově vyrostlý rostlinný materiál. Biomasa je jediný zdroj spalitelného uhlíku, který je z hlediska emisí uhlíku neutrální. Přeměna (konverze) biomasy na bioenergii probíhá jako součást přírodního koloběhu uhlíku, a proto tato konverze nepřispívá ke změně klimatu a k problému oteplování v důsledku skleníkových plynů. Analýza prokázala, že potenciál oteplování skleníkových plynů uvolněných při spalování biomasy je nižší, než při spalování všech druhů fosilních paliv, včetně zemního plynu, a to dokonce i při zachycování uhlíku. Analýza dále prokázala, že s jedinou výjimkou emisí oxidu uhelnatého vzniká při spalování biomasy podstatně méně emisí než při spalování uhlí (1,7,13,21).

Obr.1 Co je biomasa?



2.2 Druhy a výroba biopaliv

Biopaliva můžeme rozdělit z hlediska skupenství na *tuhá*, *kapalná* a *plynná* biopaliva.

2.2.1 Tuhá biopaliva

Tuhá biopaliva jsou nejjednodušší, nejnámější a nejméně investičně náročný způsob využívání ze všech 3 uvedených forem. Má přitom největší význam pro venkovské regiony i pro účelnou diversifikaci (rozrůžňování) energetických zdrojů i z hlediska energetické bezpečnosti. Vytápění biomasou má rovněž rozhodující význam i z hlediska energetické bezpečnosti, neboť není výhradně závislé na centrálním dodávání tepelné energie. Nejčastěji se používá v lokálních topeništích, nebo malých výtopnách. Největší význam spočívá rovněž v tom, že se tato biomasa spotřebuje v místě svého vzniku – ať už jako vedlejší či odpadní produkt (sláma, dřevní odpad), tak jako produkt cíleně pěstovaných energetických rostlin. Tím se současně omezí zbytečné převážení biomasy na velké vzdálenosti a ušetří se pohonné hmoty. Tento způsob využívání biomasy vyvrací proto i některé obecné námitky odpůrců biomasy, kdy se kritizuje právě náročnost transportu nebo i pěstování energetických rostlin údajně na velkých plochách a v monokulturách. To se rozhodně netýká tuhé biomasy pro vytápění, ale problémy mohou nastat hlavně při produkci biomasy za účelem získávání pohonných hmot. (1,21)

Vytápění biomasou je rovněž nejsnáze realizovatelný způsob jejího využívání, protože každý z nás dobře zná topení dřevem, neboť i dřevo je biomasa. Bohužel, v poslední době se stává nedostatkové, jednak proto, že je ho škoda pro spalování a jednak proto, že mnozí občané jsou nuceni v důsledku stálého zdražování paliv pro vytápění hledat zdroje nejlevnější. Tím zatím dřevo je, ale je pouze otázkou času, kdy tento zdroj dojde. Proto je třeba hledat náhradní možnosti a zajistit tak dostatek biomasy jako nejvýznamnějšího obnovitelného zdroje energie, které je dosud evidentní nedostatek. Logicky se nabízí cílené pěstování energetických rostlin na zemědělské půdě. Pro rozptýlené pěstování těchto vybraných „energetických“ rostlin se najdou nejrůznější enklávy odlišného stupně úrodnosti půdy po celé republice. K pěstování energetických rostlin pro pevnou biomasu nejsou totiž nezbytné ucelené rozsáhlé plochy půdy, čímž bohužel někteří odpůrci biomasy obecně argumentují. To se ale týká hlavně plodin pro biopaliva tekutá. Cílené pěstování rostlin pro vytápění lze realizovat i na malých pozemcích vhodně začleněných do krajiny. Může se tak využít i méně

úrodná půda, která často neskýtá ani žádoucí výnosy tradičních zemědělských plodin. Takže i když výnosy energetických rostlin zde rovněž nebudou dostatečně vysoké, lze je přesto považovat za přínosné, jak pro získání biomasy, tak pro řádné obdělání půdy. Týká se to tedy především oblastí méně úrodných. V konkrétních případech se ale nevylučují ani půdy úrodné v nížinných oblastech, záleží výhradně na místní potřebě produkce topné biomasy. (1,21)

Tuhá biopaliva se popisují podle původu, zdroje a hlavních obchodovatelných forem a vlastností. V hierarchickém klasifikačním systému jsou podle původu tyto hlavní skupiny tuhých biopaliv:

- dřevní biomasa
- bylinná biomasa
- ovocná biomasa
- směsi a příměsi

Dřevní biomasa je biomasa ze stromů, keřů a křovin.

Bylinná biomasa je z rostlin, které nemají dřevitý stonek a které odumírají na konci vegetační doby. Sem patří zrniny a jejich vedlejší produkty jako jsou obiloviny.

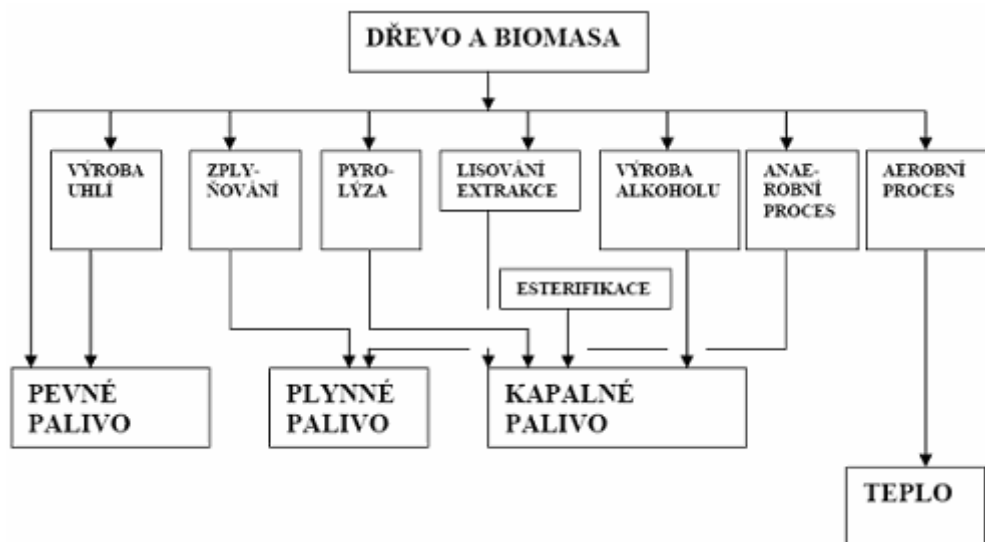
Ovocná biomasa je biomasa z částí rostlin, které nesou semena.

Pro *směsi a příměsi* platí, že směsi jsou záměrně smíchaná biopaliva, zatímco příměsi jsou nezáměrně smíchaná biopaliva. (2,13,21)

❖ Dřevní biomasa

Lesní a plantážové dřevo

Lesní a plantážové dřevo v této kategorii může pouze být upraveno snížením velikosti částic, odkorněním, vysušením nebo zvlhčením. Lesní a plantážové dřevo zahrnuje dřevo z lesů, parků a plantáží a rychle rostoucí stromy.



Obr. 2 - Různorodé možnosti využití biomasy

Dřevozpracující průmysl, vedlejší produkty a zbytky

V této skupině jsou klasifikovány dřevní vedlejší produkty a dřevní zbytky z dřevozpracujícího průmyslu. Těmito bipalivy mohou být chemicky neošetřené dřevní zbytky (zbytky z odkornění, řezání klád nebo snižování velikosti, tvarování stromů, lisování) nebo chemicky ošetřené dřevní zbytky, pokud neobsahují těžké kovy nebo halogenované organické sloučeniny, jež jsou výsledkem ošetření konzervačními prostředky na dřevo nebo nátěrů.

Použité dřevo

Tato skupina zahrnuje dřevní odpad od zákazníků a společností. S ohledem na ošetření se používají stejná kritéria jako pro dřevozpracující průmysl vedlejších produktů a zbytků, tj. použité dřevo nesmí obsahovat těžké kovy nebo halogenované organické sloučeniny, jež jsou výsledkem ošetření konzervačními prostředky na dřevo nebo nátěrů.

Směsi a příměsi

Zahrnuje směsi a příměsi dřevní biomasy. Míchání může být buď úmyslné (směsi) nebo neúmyslné (příměsi).(2,8)

❖ **Bylinná biomasa**

Zemědělská a zahradní bylina

Materiál, který přichází přímo z pole, třeba po skladování a může být upraven pouze snížením velikosti částic. Je zde zahrnuto i sušení. Pokrývá bylinný materiál ze zemědělských a zahradních polí a ze zahrad a parků.

Průmysl zpracovávající byliny, vedlejší produkty a zbytky

Zahrnuje bylinný materiál biomasy, který zůstal po průmyslové manipulaci a ošetření. Příkladem jsou zbytky z výroby cukru z cukrové řepy a zbytky z ječného sladu z výroby piva.

Směsi a příměsi

Zahrnuje směsi a příměsi z bylinné biomasy. Míchání může být buď úmyslné (směsi) nebo neúmyslné (příměsi). (2,8)

❖ **Ovocná biomasa**

Sadové a zahradní ovoce

V této třídě je klasifikováno ovoce ze stromů a křovin a také plody z bylin (např. ovocná výsadba a révy).

Průmysl zpracovávající ovoce, vedlejší produkty a zbytky

Zahrnuje materiál ovocné biomasy, který zůstane po průmyslové manipulaci a ošetření. Příkladem jsou šroty z extrakce olejnin, pokrutiny, výlisky.

Směsi a příměsi

Zahrnuje směsi a příměsi z různých biomas. Míchání může být úmyslné (směsi) nebo neúmyslné (příměsi). (Udržitelná výroba a řízení jakosti tuhých paliv na bázi agrárních bioproduktů)(2)

2.2.2 Kapalná biopaliva

Kapalná biopaliva jsou paliva, která se v podmínkách, při nichž jsou skladována, dopravována a připravována pro energetické využití, nachází v kapalném stavu. Mezi kapalná biopaliva jsou řazena zejména následující biopaliva:

❖ Alkoholová biopaliva:

Bioethanol je ethanol vyráběný z rostlin obsahujících větší množství škrobu a sacharidů, nejčastěji z kukuřice, obilí, brambor, cukrové třtiny a cukrové řepy. Široké uplatnění má jako automobilové palivo zejména v Brazílii.

Biomethanol je methanol vyrobený z biomasy. Jeho produkce je zatím neekonomická a methanol je silně jedovatý.

Butanol lze vyrobit složitou fermentací biomasy. Může být použit přímo v existujících benzínových motorech a je méně korozivní než ethanol, ale je také jedovatý.

Biooleje mohou být použity v naftových motorech:

- rostlinný olej
- použitý např. fritovací olej
- bionafta získávaná transesterifikací rostlinných olejů a živočišných tuků

❖ Zkapalněná plynná biopaliva:

Bioplyn a dřevoplyn lze pomocí Fischer-Tropschovy syntézy přeměnit na kapalné uhlovodíky. Oproti bioethanolu a bionaftě, při jejichž výrobě se využívají pouze určité části rostlin, lze k výrobě dřevoplynu použít celou plodinu, což zvyšuje energetický výnos. Navíc je jedno, z jakých rostlin zdrojová biomasa pochází, takže není nutné pěstovat monokultury jediné plodiny. (1,17,20)

❖ Odpadní produkty:

Termální depolymerizace (přeměna komplexních organických materiálů na lehkou ropu) poskytuje metan a ropě podobné uhlovodíky z různých odpadů.



Obr.3 Bionafta vyrobená ze sojového oleje

Problémy velkoplošného pěstování mohou nastat při pěstování rostlin pro bio pohonné hmoty, jako je biolih či bionafta. Dalším zásadním problémem pro produkci těchto biopaliv je nezbytnost zpracování surovin v centrálních zpracovatelských zařízeních, což si vyžádá nezbytná fosilní paliva na jejich transport. Celková bilance takto vzniklých biopaliv je pak o tuto energii nutně snížena.

Biopaliva pro dopravu přitom bohužel přispívají nejméně k omezování skleníkových plynů, zvláště v ČR i v Evropě. Zdejší mírné podnebí může produkovat pohonná biopaliva převážně z obilovin (případně z okopanin). Pěstování obilovin je u nás tradičně na velmi vysoké úrovni a proto zaujímají největší osevní plochy orné půdy, stejně jako řepka pro výrobu bionafty. Rozsáhlé plochy obilovin jsou nevhodné i z hlediska biodiverzifikace druhů. Zde by mohlo výrazně přispět rozšířené pěstování jiných druhů energetických bylin (např. pro biomasu k vytápění), vhodně začleňovaných do krajiny, které mají oproti obilovinám odlišnou charakteristiku a proto zde mohou působit jako zlepšovače půdní úrodnosti.

Výrobu biolíhu je třeba rovněž zvážit vzhledem k vysokým investičním nákladům. Taková výroba musí být podrobena velmi důkladným ekonomickým propočtům a současně musí být předem zajištěno spolehlivé dodávání surovin. V poslední době se dále začíná projevovat i konkurence oproti potravinářskému obilí. Jde přitom o konkurenci přímou : buď se obilí použije pro biopaliva, nebo pro potraviny. To je střet vážný a každopádně by na něj měl být brán zřetel, zejména z hlediska posledního vývoje v Evropě i v celém světě. Začíná se to projevovat nakonec i některými stanovisky EU z poslední doby, kde již není tak kategoricky doporučováno prosazování zvýšeného podílu (do 10 %) přimíchávání biolíhu do benzínu.

Obecně nelze ale výrobu biolíhu považovat za nevhodnou, ale naopak, je velmi potřebná a může být dokonce velice efektivní, ale převážně v oblastech s vhodnými přirozenými

podmínkami. Názorným příkladem může být Brazílie i další státy, kde se biolíh vyrábí z cukrové třtiny, případně i z odpadů jejího zpracování pro další výrobky. Hodnocení produkce pohonných hmot z biomasy je proto nutné posuzovat podle místních podmínek a její produkci prosazovat především podle efektivity její výroby a s ohledem na míru ekologických přínosů, včetně vlivu na omezování vzniku skleníkových plynů.

Důležitou surovinou pro biolíh může ale být biomasa z nejrůznějších druhů celých rostlin (biopaliva II. generace), případně i z vhodných zbytků rostlinných materiálů. Tyto technologie již existují a proto by bylo velmi účelné podpořit jejich zdokonalení a následný rozvoj. Takový zdroj pro výrobu biolíhu by pak byl nesporně významný i v oblastech mírného pásma, včetně ČR. (1,21)

2.2.3 Plynná biopaliva

Plynná biopaliva jsou biopaliva, která se v podmínkách, při nichž jsou skladována, dopravována a připravována pro energetické využití, nachází v plynném stavu. Mezi plynná biopaliva jsou řazena zejména následující biopaliva:

- **Bioplyn** skládající se z methanu a oxidu uhličitého a produkovaný přirozeným rozkladem na skládkách odpadů nebo v zemědělství.
- **Dřevoplyn** skládající se z oxidu uhelnatého a vodíku vyráběný zplyňováním biomasy.
- **Vodík** vyrobený štěpením jakéhokoliv uhlovodíkového biopaliva. (3,4)

Bioplyn

Plynná forma biomasy - bioplyv vznikající jako bioplyn v bioplynových stanicích je vhodný způsob využívání biomasy. Proto by měl být rozvoj bioplynových stanic podporován a to především tzv. zemědělských. Využívání bioplynu pro energii je navíc efektivnější, než přímé spalování, ale je náročnější na investice. Proto je spalování zatím nejvíce rozšířené, neboť je jistě snazší koupit si kotel na biomasu a spalovat ji, než postavit bioplynovou stanici. Výsledkem procesu metanové fermentace je vždy směs plynů a fermentovaný zbytek organické látky. Pro tuto směs plynů, obsahujících vždy dva majoritní plyny (metan CH_4 a oxid uhličitý CO_2) a v praktických případech početnou avšak objemově zanedbatelnou řadu minoritních plynů, se ustálily různé názvy podle jejich původu nebo místa vzniku a tak rozeznáváme:

1) **Zemní plyn** – vznikl anaerobním rozkladem biomasy nahromaděné v dávných dobách; je energeticky nejhodnotnější, obsahuje 98 % metanu. Je klasifikován jako neobnovitelný zdroj energie.

2) **Důlní plyn** – původ jeho vzniku je obdobný jako u zemního plynu. Energetické využití nemá, pro svoji výbušnost ve směsi se vzduchem resp. kyslíkem je velmi nebezpečnou příčinou důlních, ale i povrchových havárií.

3) **Kalový plyn** – vzniká anaerobním rozkladem organických usazenin v přírodních i umělých nádržích, uvolňuje se ze dna oceánů, moří, jezer, močálů, rybníků, které se pravidelně nečistí, ale i v biologickém stupni čistíren odpadních vod, rýžovištích, rašeliništích. Intenzita jeho vývinu i chemické složení jsou značně variabilní. Je to způsobeno variabilitou procesních podmínek, za kterých vzniká.

4) **Skládkový plyn** – většina skládek komunálního odpadu obsahuje 20 – 60 % organických materiálů, ze kterých může za vhodných podmínek anaerobní fermentací vznikat po mnoho let skládkový plyn s velmi proměnlivým složením. Jeho povrchové výrony jsou velmi nebezpečné, proto je žádoucí skládkové plyny získané při odplynění skládek komunálního odpadu využít k energetickým účelům nebo likvidovat bezpečnostním hořákem.

5) **Bioplyn** – obecně lze tento název použít pro všechny druhy plyných směsí, které vznikly činností mikroorganismů. Tím je vyjádřeno, že všechny druhy bioplynů anaerobního původu vznikají principiálně stejným způsobem ať probíhá metanogenní proces pod povrchem země, v zaživacím traktu živočichů, zvláště přežvýkavců, ve skládkách komunálních odpadů, v lagunách nebo v řízených anaerobních reaktorech. V technické praxi se ustálilo použití názvu bioplyn pro plynou směs vzniklou anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, lagunách se zařízením na jímání bioplynu a mnohých dalších). (3,4)

Charakteristika bioplynu

Princip vzniku bioplynu je ve všech popisovaných případech (zemní plyn, důlní plyn, kalový plyn, skládkový plyn, reaktorový plyn) stejný. Jeho fyzikální a chemické vlastnosti však závisí na materiálových a procesních parametrech. V ideálním případě by bioplyn obsahoval pouze dva majoritní plyny, a to metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2). Obsah metanu se obvykle pohybuje od 50 do 75 %. V ideálním případě jej doplní 25 – 50 % oxidu uhličitého. V praxi je však surový bioplyn tvořen příměsí dalších minoritních plynů, které mohou signalizovat přítomnost některých chemických prvků v materiálu nebo poruch průběhu anaerobní fermentace.

Vysoký obsah oxidu uhličitého (CO_2) znamená, že nebyly vytvořeny optimální podmínky pro anaerobní fermentaci. Přítomnost volného kyslíku (O_2) s výjimkou počáteční fáze procesu může být zapříčiněna zavzdušňováním pracovního prostoru. Tento stav je nežádoucí z bezpečnostního hlediska tvorby výbušné směsi metanu se vzdušným kyslíkem. V bioplynu se mohou objevit stopy argonu, který je vzdušného původu, amoniaku a oxidu dusného. V případě komunálního odpadu se mohou v bioplynu ze skládky objevit stopy dalších nežádoucích příměsí (například halogenuhlovodíků a jejich derivátů, atd.). Objeví-li se v bioplynu stopy vodíku (H_2), není to na závadu jeho energetické kvality, ale svědčí to o narušení rovnováhy mezi průběhem acidogenní a metanogenní fáze, způsobené nadměrnou zátěží reaktoru surovým materiálem a nebo dochází z různých důvodů k inhibičním účinkům potlačujícím rozvoj metanogenních organismů. Stopy oxidu uhelnatého (CO) mohou indikovat lokální vznik ložisek požáru při suché anaerobní fermentaci. Tato nebezpečná situace se vyskytuje především na skládkách komunálních odpadů, nikoliv v reaktorech. Velmi významným minoritním plynem v bioplynu je v některých případech sulfan (H_2S) pocházející zpravidla z biochemických procesů při rozkladu proteinů (bílkovin). Obsah sulfanu (H_2S) v bioplynu je velmi proměnlivý. Při zpracování exkrementů z chovu skotu je jeho obsah zanedbatelný, u exkrementů prasat a drůbeže je naopak velmi vysoký, což působí potíže při následném konečném využití bioplynu. (4)

3. Metody energetického využití biopaliv

Biomasa může sloužit ke kumulaci energie, kterou lze uchovávat a využívat podle potřeby k výrobě tepla, elektřiny, ke kogeneraci (společná výroba elektřiny a tepla) a nebo ke zpracování na hodnotnější biopaliva. Podle vyhlášky ERÚ se nyní biomasa dělí na tři zákl. skupiny: odpad z průmyslové výroby, odpad lesní či zemědělské produkce a záměrně pěstované biomasy. V ČR je velký potenciál zemědělské půdy, cca. 0,5mil. ha., který je možno využít pro pěstování energetické biomasy. Celá řada plodin je již také u nás pěstována, i když většina z nich jen pokusně. Charakteristické vlastnosti biomasy jsou velmi rozdílné a závisejí na mnoha aspektech: na druhu biomasy, podmínkách pěstování, obsahu vlhkosti atd. Na každou technologii je žádoucí jiná specifická vlastnost biomasy, jako je obsah vlhkosti, rozměr částic, výhřevnost, obsah popelovin, soudržnost částic atd. Jedním z hlavních činitelů ovlivňujícím zpracování biomasy je podíl vody a sušiny. Za teoretickou hranici mezi mokřými a suchými procesy je považováno 50% sušiny. Existuje celá řada technologií pro zpracování biomasy, které lze kategorizovat např.:

- suché procesy – termochemické přeměny biomasy (spalování, zplyňování, pyrolýza)
- mokré procesy – biochemické přeměny biomasy (alkoholové kvašení, metanové kvašení)
- fyzikální a chemické přeměny biomasy – mechanické (štípání, drcení, peletování atd.), chemické (esterifikace(reakce alkoholu s kyselinou) surových bioolejů)
- získávání odpadního tepla při zpracování biomasy – kompostování, čištění odpadních vod, anaerobní fermentace pevných organických zbytků.(1,5)

3.1 Spalování tuhých a kapalných biopaliv

Spalování paliv je chemický pochod, při kterém se slučují hořlavé prvky obsažené v hořlavině paliva s kyslíkem. Při tomto procesu se uvolňuje teplo.

Vzhledem ke stejnému charakteru hořlaviny tuhých a kapalných paliv a jejímu obdobnému složení platí všechny následující úvahy a rovnice jak pro tuhá, tak pro kapalná paliva. Spalovací reakce, při kterých se slučují hořlavé prvky s kyslíkem, se označují za reakce exotermické. Probíhají podle chemických vztahů:



Tyto vztahy nevyjadřují přesně spalovací poměry, které existují ve skutečném ohništi. V ohništi se spalování neuskutečňuje s čistým kyslíkem, ale za přítomnosti vzduchu, jenž obsahuje kromě kyslíku také dusík.

Spalovací reakce hořlavých prvků se vzduchem lépe vystihují vztahy napsané v opraveném tvaru:



Dusík N, který se reakcí neúčastní, přechází jako balastní složka do odpadních kouřových plynů nebo se slučuje s kyslíkem na škodlivé složky NO a NO₂. Kouřové plyny jsou tedy směs vzdušného dusíku a produktů spalování hořlaviny, tj. CO₂, H₂O, SO₂, SO₃, NO, NO₂, vodní páry vzniklé z vlhkosti paliva a z vlhkosti vzduchu, popř. dalších složek, většinou ve velmi malém nebo stopovém množství.

Při přesných výpočtech objemových množství produktů spalování (kouřových plynů) a potřebného objemu spalovacího vzduchu se při spalování paliv vychází z molekulové hmotnosti jednotlivých prvků hořlaviny. Jednotkou molekulové hmotnosti je kilomol. Jeden kilomol je hmotnostní množství látky v kilogramech, které udává jeho molekulová hmotnost, a označuje se kmol. Jeden kilomol u všech plynů při normálních podmínkách, tj. při teplotě 0°C a tlaku 0,1 MPa, zaujímá objem 22,4m⁻³. (1,5)

3.1.1 Spalování a spoluspalování biomasy

Spalování biomasy a následná výroba el. energie v soustrojí parní turbíny patří stále k nejčastějším aplikacím využívajícím biomasu. Výhodou této technologie je její probádanost a technologické zvládnutí. Kinetika spalování biomasy a další specifické vlastnosti hmoty si žádá speciální konstrukce kotlů, zejména co se týká velikosti, uspořádání a prostorového dimenzování topenišť, přívodů spalných vzduchů a řešení teploměrných ploch. Tyto kotle jsou dnes technologicko-technicky vyřešené, ale jejich cena je vyšší než u kotlů na fosilní paliva a také kotlů na plyn. Pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle nad 100 kW spalující také dřevní štěpku nebo balíky slámy. Často

jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a dokáží spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu.

Nevýhoda biomasy spočívá zejména v obsahu nežádoucích látek jako jsou např. : těžké kovy, chlór, flór, síra a další. Obsah těchto látek v biomase závisí silně na složení půdy, způsobu hnojení nebo stavu ovzduší v dané lokalitě. Celková účinnost výroby elektrické energie parní turbíny při malých výkonech bývá nižší.

Dalším rozšířeným způsobem ale zároveň dosti diskutovatelným využití biomasy je její spoluspalování s uhlím ve stávajícím elektrárenském kotli, který je předřazen soustrojí parní turbína- generátor. Toto řešení je nejjednodušší a nejlevnější. Jediné omezení je dáno přípustným poměrem biomasa/uhlí, při kterém lze spoluspalovat tato dvě paliva bez úpravy spalovacího prostoru, s přijatelnými emisemi a bez technických obtíží (udává se do 15% biomasy). Biomasa má nízký obsah síry, sodíku, a popelu a při spoluspalování s uhlím dochází ke snížení emisí jak plyných , tak pevných škodlivin. Vysoký obsah prachové hořlaviny v biomase spolu s nízkou popelnatostí podstatně přispívá ke snížení ztrát mechanickým nedopalem, takže evidentně nastává i celkové zvýšení účinnosti spalovacího procesu. (1)

3.2 Zplyňování

Dosažení vyššího teplotního modulu (0,6 – 0,8) umožňuje pouze uplatnění plynových motorů, plynových turbín nebo palivových článků. Nutné je zplynění paliva. Zplyňování představuje složitější technologii umožňující přeměnu biomasy na plyné palivo, které může být dále využito ve všech aplikacích využívajících plyná paliva.

Termické zplyňování je konverze organické hmoty v nízkovýhřevný plyn ($\text{CO}, \text{H}_2, \text{CH}_4, \text{CO}_2, \text{N}_2, \text{H}_2\text{O}$). Proces probíhá za vyšších teplot, typicky při 750 až 1000 °C. Teplo pro endotermické reakce bývá nejčastěji získáváno částečnou oxidací zplyňovaného materiálu (zplyňování vzduchem nebo kyslíkem). Rozšířenější technologií je zplyňování pomocí vzduchu. Odpadají náklady a riziko pojící se s produkcí kyslíku a jeho využíváním při tomto typu zplyňování, stejně jako složitost a náklady na řadu reaktorů nutných pro zplyňování v páře či pyrolýze, kdy je zapotřebí dvou reaktorů. Vzniklý plyn je vhodný pro provoz kotlů, motorů a turbín, nikoliv však pro přenos plynovody, a to v důsledku své nízké energetické hustoty ($4-7 \text{ MJ.m}^{-3}$). Nízká výhřevnost plynu při fluidaci vzduchem je v důsledku naředění

plynu dusíkem (více než 50%). Při zplyňování směsí vzduchu a kyslíku, popř. při využívání vodní páry jako zplyňovacího media vzniká středně výhřevný plyn o výhřevnosti 10-15 MJ.m⁻³. Průvodními složkami plynu bývají stopová množství vyšších uhlovodíků jako jsou ethan a ethén, drobné částice dřevného uhlí a popela, dehet a další látky. Samotné zplyňování lze shrnout v následných krocích:

1. Sušení, za účelem odpaření vody.
2. Pyrolýza, přičemž vzniká plyn, plynné dehty a oleje a zbytkové dřevné uhlí.
3. Zplyňování nebo-li částečná oxidace pevného dřevného uhlí, pyrolýza vzniklých dehtů a plynů.

Pokud pevné palivo za nepřítomnosti oxidačního činidla zahřejeme na 300-500°C, dojde k pyrolýze na pevné dřevné uhlí, kondenzovatelné uhlovodíky nebo-li dehet a plyny. Poměrná výtěžnost plynu, kapaliny a dřevného uhlí převážně závisí na rychlosti ohřevu a konečné teplotě. Obecně vzato, k pyrolýze dochází mnohem rychleji než ke zplyňování a proto je zplyňování tím krokem, jenž hlídá příslušná množství. Tyto plynné, kapalné a pevné produkty pyrolýzy pak reagují s oxidačním činidlem – obvykle vzduchem – za vývinu stálých plynů (CO, CO₂, H₂) a menšího množství HC plynů. Složení plynu ovlivňuje řada faktorů, např. složení základky, obsah vody, reakční teplota a rozsah oxidace produktů pyrolýzy.

Zplyňovací generátory lze v podstatě rozdělit na dvě hlavní skupiny:

- 1) Generátory s fluidním ložem
- 2) Generátory s pevným ložem

Obě hlavní skupiny lze dále členit podle mnoha dalších faktorů jako je konstrukce, tlak a teplota v generátoru, výhřevnost a složení plynu, čistota plynu, výkon generátoru, použité zplyňovací medium apod. Fluidní generátory jsou vhodné pro větší aplikace, uvádí se minimální výkon okolo 10MW, vyznačují se jednoduchou konstrukcí a většinou nižší produkcí dehtů. V minimální míře se objevují reaktory s práškovým ložem. V řadě případů se již podařilo uskutečnit komerční využití zplyňovacích generátorů pro produkci tepla, ale také elektrické energie. Mezi nejznámější výrobce těchto technologií patří např. Pioneer, PRM, Energy jako výrobci sesuvných generátorů, Foster Wheeler a Lurči Umwelt jako výrobci fluidních typů zplyňovačů.

V České republice se vývojem fluidních zplyňovacích technologií zabývají firmy Ateko Hradec Králové, Škoda Plzeň, zplyňovačů s pevným ložem Boss Engineering Bučovice, Agrorobot Moravská Nová ves nebo Balco-import, s.r.o., Jindřichův Hradec. V ČR je několik zplyňovacích jednotek, všechny prozatím ve zkušebním provozu, nebo slouží k výzkumu zplyňovacích technologií. Prozatím je jako palivo pro zplyňovací generátory používána výhradně dřevní hmota, využívání bylinné a stébelnaté biomasy je prozatím ve fázi výzkumu. Hlavním problémem je nízká teplota měknutí popele většiny druhů nedřevní biomasy (s výjimkou např. šťovíku nebo amarantu). (1)

3.3 Pyrolýza

Pyrolýza je fyzikálně-chemický děj, řadící se do relativně široké skupiny termických procesů. Termickými procesy jsou v praxi míněny technologie, které působí na odpad teplotou, jež přesahuje mez jeho chemické stability. Tato obecná definice zahrnuje velmi široké rozmezí teplot používaných v jednotlivých technologiích (300 - 2000 °C), přičemž není brána v úvahu chemická povaha probíhajících dějů. Z tohoto důvodu mohou být termické procesy dále děleny do 2 kategorií, a to na:

1. procesy oxidativní - v reakčním prostoru je obsah kyslíku stechiometrický nebo vyšší vzhledem ke zpracovávanému materiálu (nízkoteplotní a vysokoteplotní spalování),
2. procesy reduktivní - v reakčním prostoru je obsah kyslíku nulový nebo substechiometrický (pyrolýza a zplyňování).

K tomuto rozdělení je však třeba dodat, že některé, zejména zplyňovací, procesy nepoužívají jako oxidační médium molekulární kyslík, ale jiné oxidanty, především CO₂ a H₂O.

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. Z technologického hlediska lze pyrolýzní procesy dále rozdělit dle dosahované teploty na:

1. nízkoteplotní (< 500 °C),
2. středněteplotní (500-800 °C),
3. vysokoteplotní (> 800 °C).

V závislosti na dosažené teplotě, lze při pyrolytickém procesu pozorovat řadu dějů, které je možné pro jednoduchost rozdělit do 3 teplotních intervalů. V oblasti teplot do 200 °C dochází k sušení a tvorbě vodní páry fyzikálním odštěpením vody. Tyto procesy jsou silně endotermické. V rozmezí teplot 200 až 500 °C následuje oblast tzv. suché destilace. Zde nastává ve značné míře odštěpení bočních řetězců z vysokomolekulárních organických látek a přeměna makromolekulárních struktur na plynné a kapalné organické produkty a pevný uhlík. Ve fázi tvorby plynu v oblasti teplot 500 až 1200 °C jsou produkty vzniklé suchou destilací dále štěpeny a transformovány. Přitom jak z pevného uhlíku, tak i z kapalných organických látek vznikají stabilní plyny, jako je H₂, CO, CO₂ a CH₄.

Většina v současné době provozovaných pyrolýzních systémů je založena na termickém rozkladu odpadu v rotační peci vytápěné zevně spaliny, které vznikají z následného spalování pyrolýzních plynů v tzv. termoreaktoru. Pyrolýzní jednotky bývají vhodné pro šaržovitý provoz pro odpad, který nemá příliš vysoký obsah škodlivin a nemá tendenci ke spékání. Zbytek energie ze spálení plynů, která se nespotebuje na ohřev vsádky se využívá v kotlích na odpadní teplo k výrobě páry nebo teplé užitkové vody. Jiný modernější přístup, který je uvažován mimo jiné v rámci této práce, předpokládá využití pyrolýzního plynu jako chemické suroviny nebo jako topného plynu např. pro motory kogeneračních jednotek.(1,9)

Dříve relativně skeptický pohled na možnosti materiálového a energetického využití pyrolýzních produktů se v posledních letech dosti podstatně mění. Příkladem může být velký rozvoj technologií zpracovávajících převážně odpadní biomasu v USA. Rozvíjí se mimo jiné zpracování odpadního dřeva a dalších substrátů dříve skládkovaných, čímž se rozšiřuje rozsah užitých zdrojů. Stoupá též zájem o energetické využívání chlévské mrvy a kejdy, protože se zpřísnují předpisy zajišťující ochranu zemského povrchu a spodních vod před znečištěním. Technologie, které na základě rychlé pyrolýzy vyrábějí vysoce kvalitní pyrolýzní olej (většinou z dřevních pilin), se už dostaly v posledních letech na komerční úroveň. Ačkoli hlavní upotřebením kvalitního dřevního oleje je v oblasti biochemie, probíhá výzkum jeho užití i jako náhradního paliva, např. po úpravě pro pohon pomaloběžných lodních a podobných velkoobsahových dieselových motorů nebo spalovacích turbin. Některé společnosti dodávají na trh malé agregáty na využívání zplynované práškové biomasy s výkonem 12 až 400 kW určené především pro rozvojové země. Několik výrobců dodává malé spalovací turbíny s výkony o rozsahu 30 až 75 kW. Tyto mikroturbíny jsou miniaturními spalovacími turbinami,

jejichž rychloběžná rotační součást - vlastní turbina - se ve vysokých otáčkách pohybuje na vzduchových ložiskách.

Rychlá pyrolýza

Je to jeden 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. Jejím primárním energetickým produktem je kapalina - bioolej, kterou lze snadno skladovat a přepravovat. Je to tmavě hnědá kapalina s hustotou asi $1,2 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$, výhřevností $16-19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nezbytným krokem pro omezení obsahu vody v biooleji je předsoušení biomasy na vlhkost nižší než 10 % (výjimečně až 15 %). Správný průběh pyrolýzního procesu je dán extrémně rychlým přívodem tepla do suroviny, udržováním potřebné teploty, krátkou dobou pobytu par v reakční zóně a co nejrychlejším ochlazením vzniklého produktu. Produkci tekutého paliva pyrolýzou lze uskutečnit z libovolného biopaliva. Procesy rychlé pyrolýzy jsou intenzivně vyvíjeny řadou institucí a výrobců zejména během posledních deseti let. Biomasu je nutno před vstupem do reaktorů rozdrtit na požadovanou velikost (různou podle typu reaktoru), což zabezpečuje rychlý průběh reakce a snadnou separaci pevných částí. Topení může být provedeno různými způsoby, např. recirkulováním horkého písku nebo plynů, přídavným spalováním nebo horkými stěnami.(1,9)

Využití bioplynu v kogeneračních jednotkách

Bioplyn je možné využívat všude, kde se používají i jiná plynná paliva. Předpokladem použití bioplynu je přizpůsobení spotřebiče upravenému bioplynu.

Mezi způsoby energetického využití bioplynu patří:

1. přímé spalování(vaření, svícení, chlazení, topení, sušení, ohřev užitkové vody atd.),
2. výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (kogenerace=společná výroba elektřiny a tepla),
3. výroba elektrické energie, ohřev teplotnosného média, výroba chladu
4. pohon spalovacích motorů nebo turbín pro získání mechanické energie,
5. využití bioplynu v palivových člancích

V našich podmínkách se nejčastěji setkáme se spalováním bioplynu v kotlích a využitím v **kogeneračních jednotkách**. (5)

3.4 Kogenerace

(plynový motor, resp.turbína + generátor elektrického proudu)

Kogenerace je současná výroba elektrické energie a ohřev teplosměnného média. Kogenerační jednotka v sobě spojuje plynový motor (resp.turbínu) a generátor elektrického proudu. Tato metoda využití bioplynu dosahuje vysoké účinnosti přeměny energie z bioplynu (80-90%) na elektrickou a tepelnou energii. Pro hrubou orientaci můžeme počítat, že asi 30% energie bioplynu se přemění na elektrickou energii, 60% na tepelnou energii a zbytek jsou tepelné ztráty.

Na výrobu $1\text{kW}\cdot\text{h}^{-1}$ je třeba přivést do kogenerační jednotky $0,6$ až $0,7\text{ m}^{-3}$ bioplynu s průměrným obsahem metanu (CH_4) cca 60%. V provozu v praxi můžeme velmi hrubým odhadem počítat, že na výrobu $1\text{ kW}\cdot\text{h}^{-1}$ a $1,27\text{ kW}\cdot\text{h}^{-1}$ potřebujeme asi 5 až 7 kg odpadní biomasy, 5 až 15 kg komunálních odpadů, 8 až 12 kg chlévské mrvy nebo 4 až 7 m^{-3} tekutých komunálních odpadů.

Na trhu v ČR se vyskytuje více dodavatelů kogeneračních jednotek včetně zahraničních. Například TEDOM (CZ), Jenbacher Energie (A).

Pro malé bioplynové stanice je v Rakousku a Německu často upravován na plynovou verzi čtyřválcový motor osobního automobilu Opel Kadet. Z progresionálních nabídek lze uvést jako příklad výrobní sortiment německé firmy Dreyer & Bosse Krartwerke GmbH, české firmy TEDOM a rakouské firmy Jenbacher. (4,22)



Obr.4 Kogenerační jednotka

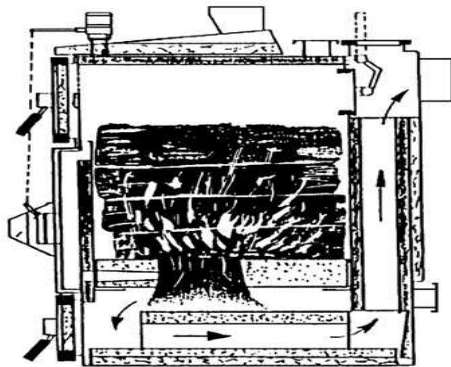
4. Zařízení pro energetické využití biopaliv

4.1 Technologie a technika využití tuhých biopaliv

4.1.1 Kotle malých výkonů 20 až 60 kW na spalování biomasy

V kotlích tohoto rozsahu výkonů se spaluje převážně dřevo. Proces spalování dřeva má tyto čtyři fáze:

- sušení, odpařování vody z paliva,
- pyrolýza, uvolňování plynné složky paliva,
- spalování plynné složky paliva,
- spalování pevných látek, zejména uhlíku.



Obr.5 Schéma malého kotle na dřevo o výkonu přibližně 25 KW

Obr.6 Řez malým kotlem na dřevo o výkonu přibližně 25 KW



Při zahřívání dříví se nejprve odpaří voda. Poté se dodávaným teplem uvolňuje spalitelný plynný podíl paliva. Po dosažení zápalné teploty a při dostatečném přísunu kyslíku se vznítí plyn a následně se uvolní spalné teplo. Vzniklé teplo může dále snížit vlhkost zbytků dřeva a uvolnit další spalitelný plyn. Spalovací proces se udržuje, pokud není dříví příliš vlhké (nebo studené) a je-li přiváděn dostatek kyslíku. Uhlík zůstává v pevné formě na roštu, povrchově se okysličuje na oxid uhelnatý (CO), který při dodání dalšího kyslíku oxiduje na oxid uhličitý (CO₂). Při rovnoměrném dodávání paliva a dostatečném přívodu kyslíku probíhají všechny čtyři fáze spalovacího procesu současně a teplo se vytváří rovnoměrně.(4)

Pro dříví je specifické, že mezi tuhými palivy obsahuje nejvyšší podíl plynných látek uvolňovaných pyrolýzou (75 až 85 %) nehořících na roštu, ale ve vznosu mezi roštem

a komínem (hovoří se o „dlouhém plameni“ dřeva). Z toho vyplývají neopomenutelné důsledky pro konstrukci topenišť na dřevo:

- pod rošt se přivádí pouze menší část kyslíku, potřebného pro o kysličení pevných zbytků paliva na roštu (primární vzduch),
- větší část kyslíku se přivádí do proudu unikajících plynů do prostoru za rošt (sekundární vzduch),
- prostor bezprostředně nad rostem (či za ním) nemůže být konstruován jako výměník tepla, ale jako prostor udržující žár (se šamotovou vyzdívkou), jehož úkolem je udržet plyny a přiváděný kyslík na potřebné zápalné teplotě.

Z již uvedeného vyplývá, že skutečně efektivní a pro životní prostředí neškodné spalování dříví je možné pouze ve speciálně řešených topeništích, a nikoliv v energetických jednotkách konstruovaných pro jiná paliva (uhlí, koks), u kterých funkce sekundárního vzduchu nehraje tak významnou roli. V neupravených topeništích pro fosilní paliva je sice obvykle spalování dříví technicky možné, ale je spojeno s jejich nepříjemně nízkou účinností – tj. s malým využitím spalného tepla dříví, i s emisemi ekologicky nežádoucích produktů nedokonalého spalování. Obecně platí, že výkon topeniště je tím vyšší, čím je vstupní materiál sušší, čím větší povrch materiálu hoří (proto se dřevěné brikety vyrábějí s centrálním otvorem zvětšujícím jejich povrch) a čím více materiálu hoří současně. Od těchto základních závislostí se odvíjí konstrukce topenišť i příprava materiálu ke spalování, jak ohledně úpravy jeho velikosti, tak vlhkosti. Při spalování dřeva totiž velmi záleží na podobě spalovaného dřeva (špalky, polena, odřezky, štěpka, drť, piliny) a potřebném výkonu kotle.

Principiálně (ze současného pohledu) je možné vyrobit kotel na dřevo o minimálním výkonu asi 17 kW při splnění podmínek účinnosti spalovacího procesu a ekologických parametrů. V těchto kotlích je nejobvyklejším palivem kusové dříví (polena).

Většina uvedených kotlů má spodní odhořívání paliva. Tyto kotle se principem spalování liší od běžných kotlů na pevná paliva. Jsou konstruovány tak, aby při hoření paliva docházelo k pyrolytické destilaci, při které se veškeré spalitelné složky paliva zplynují.(4)

Spalování probíhá třístupňovým procesem v jednotlivých zónách:

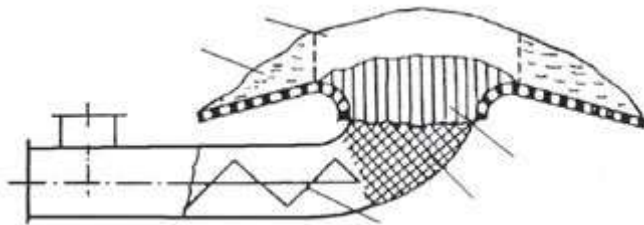
1. zóna – vysoušení a zplyňování dřevní hmoty,
2. zóna – hoření dřevního plynu na trysce s přívodem předehřátého sekundárního vzduchu,

3. zóna – dohořívání v nechlazeném spalovacím prostoru.

Teprve dohořené spaliny přicházejí na teplosměnné plochy výměníků.

Takto řízený systém spalování zaručuje kotlům vysokou účinnost. Přitom je topný výkon plynule regulovatelný od 40 do 110 %.

Pro zvýšení účinnosti topenišť se neustále zlepšuje konstrukce výměníků tepla a kvalita používaných izolačních materiálů, k dokonalejšímu využití teploty kouřových plynů. V některých případech slouží výměníky k predehřátí primárního či sekundárního vzduchu, popř. jsou výměníky využívány i pro teplovzdušné vytápění. Prvky teplovzdušného vytápění jsou nyní často používány i u krbů; tím se jejich účinnost oproti klasickým typům výrazně zvyšuje.



Obr.7 Schéma spalovacího zařízení se spodním přívodem paliva
1 – přívod paliva, 2 – pásmo vysoušení,
3 – pásmo uvolňování prchavé hořlaviny,
4 – pásmo vyhořívání prchavé hořlaviny, 5 – vyhořívání koksového zbytku, <-< primární spalovací vzduch, <-<-< sekundární spalovací vzduch

K renesanci zájmu o (kusové) polenové palivové dříví přispěl i módní trend rustikálních bytových interiérů, na který reagovali výrobci kamen nabídkou krbů, krbových kamen, kachlových kamen a kamen z matného kovu.(4)

- Teplovodní kotle na pelety

Hoření pelet probíhá zpravidla v poměrně malém hořáku. Konstrukce hořáku má značný vliv na účinnost spalování pelet a bývá poměrně sofistikovaná. Do hořáku jsou pelety dávkovány ze zásobníku pomocí šnekového mechanismu, podobně jako se to řeší u dřevní štěpky.

Toto dávkování probíhá v součinnosti s regulačním systémem kotle tak, aby byla pokryta okamžitá potřeba tepla. Zapalování pelet se děje pomocí elektricky žhavené spirály. Spalování je poměrně účinné (udává se účinnost kolem 90%). Hořák na pelety lze také vmontovat do existujícího kotle na tuhá paliva, na trhu jsou i kotle umožňující spalovat vedle pelet i další palivo, např. dřevo(např. VIGAS 18 DP, Froling – Turbomatic nebo ATMOS DC 15EP.

Poslední uvedený kotel umožňuje podle vyjádření výrobce spalování dřeva na principu generátorového zplyňování v kombinaci s hořákem na pelety, zemní plyn nebo extra lehký topný olej. Kotel umožňuje duální provoz (lze střídat dva typy paliva), tj. můžeme topit peletami a zemním plynem nebo extra lehkým topným olejem podle toho, jaký hořák máme v kotli zabudovaný. Těleso má tři nad sebou posazené spalovací komory. Vrchní dvě komory slouží ke spalování kusového dřeva (stejně jako u klasických zplyňovacích kotlů). Třetí nejspodnější komora (vyložená keramikou) je zředu osazena vybraným hořákem. Oba systémy jsou od sebe odděleny vodním pláštěm, navzájem se tak příliš neovlivňují. Je možná výměna hořáků ve spodní komoře, a kotel se tak dá využívat pro více druhů paliv. Otázkou je, zda to má praktický význam;většina uživatelů pravděpodobně vystačí s duálním provozem. Podle údajů výrobce kotel dosahuje prakticky stejné účinnosti jako běžné jednopalivové kotle a představuje levnější a technicky výhodnější řešení než použití dvou kotlů, tj. především zabírá méně místa a vystačí s jedním komínovým průduchem. (5)

Přehled hlavních výrobců:

Atmos, BENEKOV, Froling, Hamont, I.G.B. Holding, Ponast, Verner, Viadrus, VIESSMAN, Vigas,

- **Teplovodní kotle na spalování dřevní štěpky a pilin**

Dřevní štěpka je podobně jako pelety forma biomasy využitelná v kotlích s automatickým provozem. Do spalovací komory se dopravuje pomocí šnekového dopravníku.

Vyrábí se především z odpadu při těžbě dřeva nebo prořezávání stromů kolem cest a v parcích;na štěpku se zpracovávají (často hned v lese) zbytky větví, kůry a podobně. Dalším zdrojem štěpky mohou být takzvané „energetické plantáže“, tj. porosty rychle rostoucích dřevin. Vzhledem k tomu, že se téměř vždy zpracovává čerstvá, a tudíž vlhká surovina, je vlhkost štěpky poměrně vysoká. Oproti peletám je cena štěpky podstatně nižší (často jde jen o

cenu za dopravu), a tak se mnohdy ekonomicky vyplácí spalovat štěpku ve vlhkém stavu s nižším ziskem tepla, než ji sušit. Ve výtopně se surovina přivezená z lesa skladuje volně na zemi; kusové dřevo a větve mají určitou šanci před štěpkováním trochu vyschnout, nicméně hotová štěpka na hromadách venku ani v bunkru na palivo už nevyschne a jde do kotle s tím obsahem vody, který podle aktuálního počasí zrovna má.

Štěpka se zpravidla spaluje spíše ve větších kotlích zásobujících teplem například zemědělské farmy nebo v obecních výtopnách zásobujících teplem celé obce.

Kotle na štěpku zpravidla také umožňují spalování pilin, existují však i kotle určené přímo ke spalování pilin.



Obr.8 Teplovodní kotel na spalování dřevní štěpky

Pro kotle velkých výkonů je typické, že mají poměrně složité řídicí systémy, které zajišťují optimální spalování v závislosti na složení a vlhkosti paliva. Na nízké úrovni jsou udržovány emise škodlivých látek a polétavého popílku, který se odlučuje ze spalin v cyklonovém odlučovači. (5,11)

Výrobci kotlů na spalování štěpky:

Kohlbach Holding GmbH, Tractant Fabri Josef Novák, STEP Trutnov, VERNER

- **Teplovodní kotle na dřevo**

Ve střední Evropě jsou zdaleka nejrozšířenější teplovodní vytápěcí soustavy, a tudíž jsou kotle pro vytápění domů a bytů konstruovány na použití vody jako teplotního média. Existují však již i kotle pro teplovzdušné vytápění (jako příklad lze uvést VIGAS 25 TVZ). V poslední době stoupá zájem o teplovzdušné vytápěcí soustavy zejména pro nízkoenergetické domy, které jsou vybaveny řízeným větráním s rekuperací tepla z odpadního vzduchu. Problém ovšem je, že potřebný tepelný výkon pro nízkoenergetické nebo pasivní domy je příliš malý pro existující kotle na kusové dřevo. V případě teplovodního vytápění se to řeší použitím akumulární (pufrační) nádrže, nicméně u teplovzdušného kotle to není tak

jednoduché. Do takovýchto domů se proto hodí spíše kamna na pelety s rozvodem teplého vzduchu.

Použití kotle a ústředního vytápění pro celý dům má značné výhody oproti lokálním topidlům, jako jsou výše zmiňovaná kamna. Tím, že vytápíme dům jako celek, může mít topné zařízení větší výkon (topidla na dřevo se lépe konstruují pro větší výkony) a jako palivo lze pak použít i delší kusy dřeva, což snižuje pracnost při úpravě paliva. Tím, že je kotel umístěn mimo obytné místnosti, se vyhneme znečištění místností při transportu paliva a přikládání. Není pak také třeba řešit přívod spalovacího vzduchu do všech místností pro jednotlivá lokální topidla. Pořizovací cena jednoho kotle je zpravidla menší než součet pořizovacích cen topidel pro jednotlivé místnosti (moderní kamna nejsou nijak levná záležitost). Z výše uvedených důvodů jsou dnes teplovodní kotle ve spojení s ústředním vytápěním tím nejběžnějším zdrojem tepla v rodinných domech.

Pokud mluvíme o biomase jako palivu, tak se nejčastěji používá kusové dřevo, které má výhodnou cenu. Ke kusovému dřevu se dá v určité míře přidávat i drobnější dřevní odpad nebo takzvaná „dlouhá štěpka“. Pálit samotnou drobnou štěpku nebo piliny není v těchto kotlích možné.

V zásadě všichni výrobci již nabízejí kotle s pyrolytickým spalováním a výkony kotlů začínají zpravidla na 18 nebo 20 kW. Pokud se topí suchým dřevem (do 20% vlhkosti), lze výkon snižovat až na hodnotu přibližně 40% jmenovitého výkonu. Pod tuto hodnotu se už jít nedá, protože dojde ke zhroucení pyrolytického procesu, účinnost spalování prudce poklesne, kotel začne dehtovat a produkovat velké množství škodlivých emisí.

Určitý problém s těmito kotli spočívá v tom, že i jejich minimální výkon je pro moderní, dobře izolované rodinné domy příliš velký. Z tohoto důvodu se před několika lety začaly v nabídce příslušenství kotlů objevovat akumulční nádrže, které slouží k odebrání přebytečného výkonu kotle a akumulaci tepla na pozdější dobu.

Použití akumulční nádrže umožní přizpůsobit kotel topné soustavě. Kotel může topit v optimálním režimu, tj. s výkonem blízcím se jmenovitému bez ohledu na to, jaká je zrovna spotřeba tepla v domě. Díky tomu, že není třeba výkon kotle snižovat, je spalování účinné a nedochází k dehtování kotle ani k produkci škodlivých emisí. Teplo se ukládá do nádrží a z nich je pak podle pokynů regulačního zařízení (např. prostorového termostatu) odebíráno do topného systému. Mezi kotel a nádrž je třeba zařadit směšovací ventil, který zajistí, že i při studené vodě v nádrži neklesne teplota vody v kotli pod teplotu kondenzace spalin (přibližně 55°C). S výhodou se zde dají využít termostatické směšovací ventily. Když jsou nádrže roztopeny na požadovanou teplotu, kotel se odstaví (respektive přestane se v něm topit). Po

zbytek dne je pak teplo odebíráno z akumulární nádrže. I v případě, že je tepelná ztráta domu blízká maximálnímu výkonu kotle, vyplatí se použít v systému alespoň jednu takzvanou vyrovnávací (pufrační) nádrž, která zlepšuje podmínky pro práci kotle v přechodném období (jaro, podzim), kdy je potřeba tepla nízká. Přítomnost akumulárních nádrží v topném systému umožňuje i jednoduché využití elektřiny v nejlevnější akumulární sazbě jako doplňkového zdroje energie, který je schopen postarat se o temperování domu třeba v době zimní dovolené. K tomu účelu stačí jen instalovat do nádrží topné vložky a termostat, což je minimální investice. Bez nadsázky lze říci, že zavedením pyrolytických kotlů s akumulárními nádržemi se stalo kusové dřevo palivem, které může konkurovat plynu nebo elektřině nejen cenou, ale částečně i jednoduchostí použití a komfortem topení. (5)

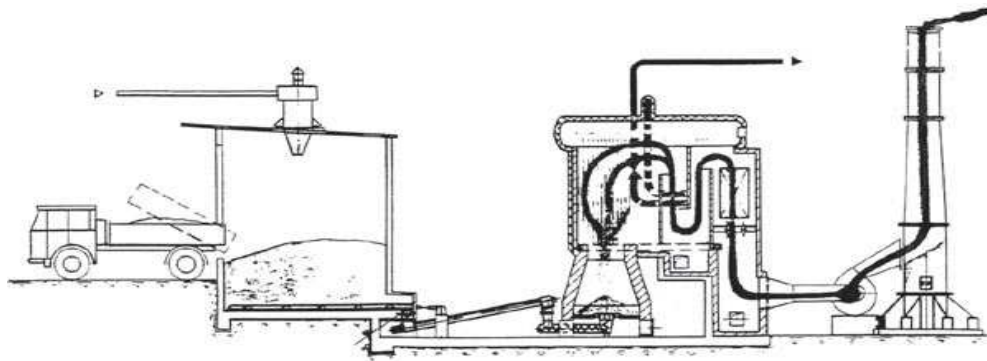
Hlavní výrobci pyrolytických kotlů na dřevo:

Agromechanika Lhenice, ATMOS, ATTACK, Benekov, Dakon, STS Jindřichův Hradec, Verner, Viessman, VIMAR

4.1.2 Kotle středních výkonů 100 kW až 5 MW na spalování biomasy

Konstrukce kotlů s výkony asi 100 kW až 5 MW a více jsou velmi podobné. Použití kotlů vyšších výkonů si vzhledem k automatizaci procesu spalování vyžaduje úpravu paliva v podobě štěrky (v případě spalování dřevních odpadů je palivo už obvykle připraveno v podobě špalíků, odřezků, hoblin nebo pilin).

Pro dopravu paliva se obvykle používají šnekové dopravníky a podávací zařízení. S aplikací šnekového podávacího zařízení souvisí použití spodního přívodu paliva. Štěpka nebo odpady jsou v tomto případě do vlastní spalovací komory prisouvány zdola a odhořívají shora (obr.9). Zařízení kotelny s tímto typem kotle je na obr. 9.(4)



Obr.9 Schéma kotleny pro spalování odpadů z nevysušeného dřeva a kůry

1 – přívod odpadu z výroby, 2 – odlučovač, 3 – dovoz odpadu, 4 – zásobník, 5 – vyhrnovací tyč, 6 – hydraulický válec, 7 – dopravní šnek vodorovný, 8 – dopravní šnek vodorovný, 9 – dopravní šnek vodorovný, 10 – svislý šnek, 11 – rošt, 12 – spalovací komora, 13 – kotlový válec, 14 – přehříváč páry, 15 – ohřívač vody, 16 – kouřový ventilátor, 17 – komín, 18 – výstup přehřáté páry

4.1.3 Kotle velkých výkonů 5 MW a více na spalování biomasy

Jak je uvedeno v předcházející kapitole, velké výkony kotlů jsou požadovány při centralizovaném zásobování teplem.

Centralizované zásobování teplem je systém, kdy je teplo vyráběno zpravidla v jednom větším zdroji tepla a dopravováno ke spotřebiteli tepelnými rozvody. Teplo ze zdroje se obvykle rozvádí primární sítí s vyššími teplotami a tlaky média (voda nebo pára) a dodávky tepla do objektů jsou zajišťovány sekundární sítí z předávacích stanic. V mnoha případech centrálního zásobování je použita společná výroba tepla a elektřiny. U menších výkonů zdrojů zajišťuje výrobu elektřiny plynový motor, u větších výkonů parní a plynové turbíny.(4)

4.1.4 Kotle na slámu

S využíváním slámy pro energetické účely začali zemědělci. Šlo o spalovací zařízení menších výkonů, kolem 50 až 100 kW, pro potřeby rodinných farem. Tvar spalovací komory byl přizpůsoben balíkům slámy – obr. 10. Původní kotle byly na ruční přikládání, lepší kotle měly zásobník balíků, aby nebylo zapotřebí často přikládat. Pozdější typy kotlů byly ve tvaru velkých balíků s přikládáním traktorovými vidlemi nebo vysokozdvížnými vozíky. Tento typ topeniště, používaný na farmách v Dánsku, Švédsku, Finsku a Norsku, vykazoval poměrně

nízkou účinností – 40 až 63 %, především ale nevyhovoval přísným požadavkům ekologických norem na obsah škodlivin ve spalinách.

V poslední době se ovšem na stejném principu objevily kotle nové, moderní, s řízeným spalováním. Výsledky procesu spalování jsou v tomto případě sice dobré, ale ne zcela ideální. Zatím nejlepší parametry mají kotle s rovnoměrnou dodávkou paliva. Vzhledem k tomu, že nejčastější formou sklizené slámy jsou velké balíky, je nutná úprava balíků před spálením. Obří balíky se vidlemi podávají na rozebírací stůl, odkud se řezanka pneumatickým systémem dostává k topeništi. Kinematika procesu hoření závisí rovněž na vlhkosti slámy a jejím chemickém složení (např. obsah N, C, O, popelovin atd.). U kotlů do výkonu asi 300 kW (někteří autoři uvádějí až 1000 kW) je problémem zajistit požadované limity prachových částic, NO a CO. Zatím nejpropracovanějšími spalovacími zařízeními jsou kotle na spalování obřích balíků o výkonech přes 1 MW, která slouží jako zdroje tepla v centrálních výtopnách. Kotelna je zásobena obřími balíky z vysoce výkonných lisů. Celá stavba bývá v krajině velmi pěkně začleněna. Manipulace se slámou ve skladu obstarává vysokozdvižný vozík a jeřáb.(4)



Obr.10 Kotel na malé balíky slámy

4.1.5 Krby a kamna

Krb je jedno z nejstarších a dosud hojně používaných topidel. Má za sebou dlouhý vývoj a četná vylepšení; asi nejznámější je konstrukce Benjamina Thomsona (významný fyzik). Krb předává teplo do místnosti převážně sáláním, jen menší množství je předáno konvekcí, tj. ohříváním vzduchu zdivem krbu a komína. Tato vlastnost byla výhodná ve špatně izolovaných a netěsných domech, kde stejně nebylo možné dosáhnout potřebné teploty

vzduchu, nicméně v moderních, dobře izolovaných domech to již není zdaleka tak významné; přílišné tepelné sálání naopak může být někdy i nepříjemné. Z hlediska energetické účinnosti a produkce škodlivých emisí je dnes však klasický otevřený krb již zcela nevyhovující. Hlavní nevýhodou krbu je to, že hořící dřevo je příliš ochlazováno a není dost dobře možné řídit množství vzduchu, který s sebou do komína odnáší mnoho tepla. Vzduch pro spalování je navíc odsáván z místnosti, čímž ji ochlazuje. Výsledkem je nízká účinnost (méně než 20%).(6)

Dnes se proto používají převážně uzavřené krby (krbové vložky), vzduch pro spalování se často přivádí zvenku zvláštním kanálem a zpravidla se také odebírá část tepla z kouřových plynů pomocí zvláštního výměníku. Může být použit výměník teplovzdušný (tj. předává teplo do místnosti, v níž je krb umístěn, a případně pomocí rozvodu vzduchu a ventilátoru i do dalších místností) nebo teplovodní, který předává teplo do radiátorů nebo ohřívá vodu v zásobníkovém ohříváči. Účinnost je pak i přes 70%, což je oproti klasickému krbu značný pokrok. Krb má v dnešní době význam hlavně tam, kde je požadován „živý“ oheň a kde je výhodný sálavý přenos tepla. Nejčastěji se krby používají jako doplňkový a záložní zdroj tepla například vedle elektrického nebo plynového vytápění, nebo v jen občas užívaných chatách a chalupách, kde sálavé vytápění přinese rychle pocit tepla i při velmi prochlazených stěnách. (6)

▪ Kachlová kamna

Kachlová kamna jsou také dost starý vynález; patrně nejstarší kachlová kamna jsou k vidění v Meranu (Itálie) a pocházejí z 15. století. Většího rozšíření kachlová kamna doznala již od 16. století – tvrdí se, že na tom měla podíl takzvaná „malá doba ledová“, kdy byl kvůli velké spotřebě nedostatek dřeva. Používala se jak v zámcích a hradech, tak i v měšťanských domech a selských staveních, především ve střední a severní Evropě; v Anglii nebo Americe používaly spíše krby.

Oproti krbu mají kachlová kamna četné výhody, mezi ty hlavní patří vyšší účinnost (u moderních kamen dosahuje až 80%) a schopnost akumulace tepla, což umožní rovnoměrnější vytápění a menší nároky na obsluhu (neplatí to u všech jejich typů). Kachlová kamna jsou také velmi variabilní a nabízejí mnoho možností pro uplatnění umělecké tvořivosti, aniž by při tom bylo nutno dělat přílišné kompromisy mezi funkcí vytápěcí a estetickou. Některá provedení kachlových kamen jsou opravdu kuriózní. Slušné účinnosti je u kachlových kamen dosahováno díky tomu, že spaliny jsou do komína vedeny řadou kanálů (tahů), kde odevzdají

větší část svého tepla. Také vlastní spalování v topeništi může být účinnější než u klasického krbu, protože topeniště nemá takové tepelné ztráty a lze dobře regulovat přívod primárního i sekundárního vzduchu. V kachlových kamnech lze také vytvořit kanály pro ohřev vzduchu a lze je použít k rozvodu teplého vzduchu do dalších místností domu; kachlová kamna tedy mohou sloužit jako alternativa k ústřednímu vytápění. Pro svou schopnost akumulace tepla jsou masivní kachlová kamna dobrou volbou pro domy s malou schopností tepelné akumulace (například dřevostavby). Ne u všech kachlových kamen se vyžaduje velká akumulace; v průběhu času se proto vyvinula celá řada typů od kamen velkých a masivních až po kamna malá a kachlové sporáky, které slouží především pro vaření. V dnešní době jsou kachlová kamna opět poměrně oblíbená a na trhu existuje řada výrobců.

Ještě větší schopnost akumulace tepla mají kamna postavená z cihel nebo kamenů; v anglosaské literatuře se setkáme s názvem „Masonry heater“ nebo „Masonry stoves“, u nás se občas používá název „finská kamna“. Podle definice „Masonry Heater Association of North America“ je minimální hmotnost těchto kamen 800 kg. U těchto kamen se topí po kratší dobu optimálním výkonem, teplo je akumulováno ve hmotě a po vyhasnutí ohně je místnost až do druhého dne vyhřívána jen naakumulovaným teplem. Příznivci tohoto způsobu tvrdí, že topení je poměrně účinné a produkce škodlivých emisí malá právě díky tomu, že spalování probíhá s velkým výkonem. Optimální topení ale zřejmě vyžaduje jisté zkušenosti; spálením příliš velkého množství paliva místnost nepochybně přehřejeme. Podle manuálu se při větší potřebě tepla znovu zatopí až po dalších 8-12 hodinách. (6)

- Ostatní typy kamen

Zajímavým a dosti rozšířeným topidlem na dřevo jsou kamna typu Bullerjan. Jsou používána pro lokální vytápění prostorů určených spíše pro občasný pobyt nebo pracovní využití, kde není třeba nějak přesněji regulovat teplotu (rekreačních chalup, skleníků, dílen nebo pro temperování staveništních objektů). Jejich velkou výhodou je, že mohou jako palivo používat polena (podle velikosti, respektive výkonu kamen až do délky 0,5m). Spalovat lze pochopitelně i kusové dřevo. Charakteristickým prvkem těchto kamen je to, že plášť spalovací komory je zčásti tvořen trubkami (trubkovými oblouky), které jsou v přímém styku s horkými kouřovými plyny. Dochází k poměrně účinnému odvodu tepla vzduchem, který proudí těmito trubkami zdola nahoru. Díky tomu je dosaženo (ve srovnání s podobnými topidly) zdvojnásobení plochy obtékané spalinami a lze i při relativně malých rozměrech dosáhnout větších topných výkonů. Na trhu jsou k dostání v rozmezí výkonu 6-25 kW. (6)

- **Kuchyňské sporáky**

Hlavním úkolem sporáku je umožnit vaření jídel a pečení, vedlejším je pak vytápění místnosti. Základní nevýhodou sporáku je to, že není možné obě funkce dokonale oddělit, tj. v letním období vede vaření nebo pečení k nežádoucímu přehřívání kuchyně, které je výrazně vyšší než při použití elektrického nebo plynového sporáku. Reálná účinnost sporáku je také poměrně velmi malá. Používá se nejvíce tam, kde cena dřeva nehraje roli, případně tam, kde nejsou zavedeny elektřina nebo plyn. Někdy se také kombinuje sporák na dřevo s elektrickým sporákem a elektrickou pečicí troubou. Při takovémto uspořádání lze využívat dřeva v době, kdy je třeba topit, a v době mimo topnou sezonu lze používat elektrický ohřev, který generuje podstatně méně nežádoucího tepla. Existují i kuchyňské sporáky na pelety, které se dají lépe regulovat než sporáky na kusové dřevo. (6)

- **Kamna na pelety**

V poslední době nabízejí výrobci celou řadu topidel na pelety. Jejich základní výhodou je velký rozsah výkonů; u malých topidel zhruba od 1kW, což umožňuje jejich použití v moderních nízkoenergetických a pasivních domech. V těchto domech je zpravidla použito rekuperační větrání – je tedy vytvořen rozvod vzduchu, a není proto problém rovnoměrně rozdělit teplo do celého domu, čímž se eliminuje hlavní nevýhoda kamen (lokální topidlo) vůči teplovodním kotlům (ústřední vytápění).

Významnou výhodou topidel na pelety je dobrá regulovatelnost a dlouhá doba hoření při automatickém dávkování pelet ze zásobníku do hořáku. Dražší typy jsou vybaveny poměrně sofistikovanou elektronikou, která umožňuje naprogramovat, kdy mají začít topit (pelety se zapalují elektrickým odporovým tělískem) a jaký má být časový průběh teploty (noční útlum apod.). V tom se blíží topidlům na plyn nebo topný olej. Mnoho typů je provedeno jako „krbová kamna“, tedy tak, aby byl viditelný hořící oheň.

V nabídce jsou ale i teplovzdušné typy s rozvodem teplého vzduchu do dalších místností, nebo naopak s teplovodním výměníkem a možností připojení k systému ústředního topení. Kamna na pelety jsou tedy poměrně velmi univerzálně využitelným topidlem a lze očekávat, že počet jejich instalací poroste. Poměrně dobrou představu o šíři sortimentu lze získat na stránkách různých obchodníků. Podrobněji ještě probereme hořáky na pelety a topení s nimi v části věnované kotlům. (6)



Obr.11 Kamna na pelety

4.1.6 Akumulační nádrže ke kotlům

Akumulační (vyrovnávací, pufrací nádrž) představuje nejlepší alternativu, jak přizpůsobit kotel na kusové dřevo (který má z principu jen omezenou možnost regulace výkonu) potřebám topné soustavy. Rodinný domek běžné velikosti, postavený podle doporučení současně platné normy, zpravidla nemá výpočtovou tepelnou ztrátu vyšší než nějakých 10 kW. Pokud postavíme nízkoenergetický dům, pak se dostaneme ještě

níže; například v Rakousku, kde existují dotace na domy splňující podmínky nízkoenergetického stavění, se už jiné domy skoro nestavějí. Je tedy vidět, že kotle na kusové dřevo by byly pro vytápění nových domů bez akumulčních nádrží vlastně nepoužitelné. Akumulační nádrže mají ale i další výhody. Do takové nádrže je totiž možné bez problémů umístit například tepelný výměník pro solární kolektory, plovoucí bojler nebo výměník pro ohřev teplé vody a pochopitelně i elektrickou topnou vložku. Nádrž tak může sloužit jako „energetická centrála“, do níž přichází teplo z kotle na dřevo, ze solárních kolektorů i z elektřiny v nejlevnější akumulční sazbě. Z nádrže pak teplo bereme pro vytápění domu i pro ohřev teplé vody pro potřeby domu. (6,12)

V tomto uspořádání lze například v topné sezoně krýt potřebu tepla a teplé vody spalováním dřeva v kotli a z malé části nám může přispět solární systém. Pokud odjedeme na zimní dovolenou, tak se o temperování domu (na 5-10°C) postará elektrická topná vložka opět s příspěvkem solárních kolektorů (v době, kdy jsou velké mrazy, svítí obvykle přes den slunce). V období mimo topnou sezonu se o ohřev vody postarají především solární kolektory s určitým přispěním elektřiny a eventuálně (chceme-li šetřit elektřinu) můžeme občas v kotli spálit nějaké dřevo a nahřátá nádrž pak dodává teplou vodu po několik dní. Použití akumulčních nádrže má pochopitelně také své nevýhody; jsou poměrně drahé, zabírají místo a také mají pochopitelně nějaké tepelné ztráty. Z hlediska tepelných ztrát je asi ideální umístit nádrž do prostoru koupelny; to je totiž místnost, kde se teplo (respektive zvýšení teploty) vždy hodí. Umístění nádrže je dost podstatné např. když stavíme nový dům, tak to není problém, ale při rekonstrukci topení v existujícím domě je to ale zpravidla dost obtížné. Nádrž nicméně nemusí být umístěna hned vedle kotle na dřevo, a pokud slouží i k přípravě teplé vody, je

naopak výhodné, když je umístěna poblíž nejčastěji používaných výtoků teplé vody (kuchyňský dřez nebo umyvadlo v koupelně). Také může být výhodné, když je nádrž umístěna nad kotlem; obvykle pak lze dosáhnout toho, aby topná voda samotížně obíhala i při výpadku elektrického proudu, a nádrž tak může plnit i zabezpečovací funkci proti přetopení kotle. (6)

Přehled akumulčních nádrží na našem trhu:

- Akumulační nádrže NAD z družstevních závodů Dražice
- Akumulační nádrže PSR dodávané firmou Solarpower
- Vyrovňovací a akumulční systém ECOTHERM dodávaný firmou DUKLA Trutnov
- Akumulační nádrže PS firmy Regulus
- Akumulační nádrže vyrábějí a dodávají jako příslušenství ke svým kotlům i někteří výrobci kotlů, jakou jsou např. již výše zmíněné firmy ATMOS nebo VERNER.

4.2 Technologie a technika využití kapalných biopaliv

Kapalná biopaliva se používají především do zážehových a vznětových motorů jako pohonné hmoty. Nejčastěji využíváme bionaftu a bioethanol.

Bionafta

Bionafta je ekologické palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu. Vyrábí se rafinačním (čištění vstupní suroviny) procesem zvaným transesterifikace (chem. reakce alkoholu s kyselinou). Může být používána jako palivo bez jakékoliv úpravy ve vznětovém motoru. Význam a spotřeba bionafty v Evropské unii neustále stoupá. V dnešní době musí výrobci povinně přimíchat 5 % bionafty do nafty vyrobené z ropy. Většina výrobců vozidel vydává seznamy aut, které mohou jezdit na stoprocentní bionaftu. Ve Velké Británii mnoho automobilek dává záruku pouze na motory, v nichž se spaluje maximálně 5% bionafty ve směsi s 95% klasické nafty - přestože se tento postoj považuje za přehnaně opatrný. Peugeot a Citroen jsou výjimky, protože nedávno oznámili, že v jejich HDI motorech se může spalovat směs s 30% bionafty. Další výjimky jsou Scania a Volkswagen, jejichž motory mohou využívat stoprocentní bionaftu. Na trhu v České republice je možné se setkat se směsnou motorovou naftou (řidčeji též SMN nebo Eko diesel), která obsahuje 31% biosložky a 69% klasické fosilní motorové nafty. (20)

Výroba bionafty

Bionaftu lze vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje (řepkový, slunečnicový, sojový, použité fritovací oleje ...). V České republice se nejčastěji používá k výrobě olej získaný z řepky olejné. Řepka je náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje hodně živin, a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok. Probíhající chemická reakce se nazývá transesterifikace a probíhá za katalýzy. Jednotlivé postupy výroby se liší zejména použitým katalyzátorem a podmínkami reakce. Vyvíjí se nové postupy výroby: přeměna rostlinných olejů za pomoci enzymatických katalyzátorů, použití speciálních pevných katalyzátorů a výroba bez použití katalyzátoru.(17,20)

Výhody jejího použití:

- Při spalování lépe hoří, a tím výrazně snižuje kouřivost naftového motoru, emise polétavého prachu a dalších škodlivých látek. Čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru. Bionafta nezpůsobuje ve vodě mikrobiologické zatížení až do koncentrace 10 mg/l^{-1} a je pro ryby neškodná. Hlavní výhodou je že je vyráběna z obnovitelných zdrojů.
- Vysoká mazací schopnost (je mastnější než motorová nafta), a tím snižuje opotřebení motoru a prodlužuje životnost vstřikovacích jednotek.
- Nevyžaduje žádné zvláštní podmínky pro uskladnění. Lze ji skladovat ve stejných zásobnících jako motorovou naftu, kromě betonových zásobníků

Nevýhody jejího použití:

- Energetická náročnost celého výrobního procesu.
- Bionafta je silnější rozpouštědlo než standardní nafta, a tak rozrušuje usazeniny v palivovém potrubí, čímž se mohou ucpat vstřikovací ventily. Z tohoto důvodu výrobci aut doporučují vyměnit palivový filtr několik měsíců po přechodu na spalování bionafty. Při vyšším poměru smíchání s motorovou naftou může bionafta poškodit přírodní kaučuk a materiály z polyuretanové pěny.
- Při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému.

Bioethanol

Bioethanol je označení pro ethanol vyrobený technologií alkoholového kvašení z biomasy – obvykle z rostlin obsahujících větší množství škrobu a sacharidů. Vedle rostlin obsahujících škrob, jako jsou kukuřice, obilí a brambory, jsou nejčastěji používanou surovinou cukrová třtina a cukrová řepa. Zatímco rostliny obsahující cukr se fermentují přímo, musí se u rostlin s obsahem škrobu škrob nejprve enzymaticky přeměnit na cukr. Vyrobený bioethanol se může přímo používat ve spalovacích motorech jako pohonná hmota. Ale v praxi se čistý ethanol nepoužívá, spíše se v množstvích 5 % až 10 % přimíchává do konvenčních minerálních paliv. Pomocí ethanolu se zvyšuje oktanové číslo a snižuje se množství emisí CO₂. Široké uplatnění má zejména třtinový alkohol v Brazílii, kde se používá jako automobilové palivo. V 80. letech byly zhruba dvě třetiny automobilů v Brazílii vybaveny speciální úpravou motoru, která jim umožňovala jezdit na čistý alkohol. Dnes se nové automobily již takto neupravují, zato veškerý automobilový benzín v Brazílii obsahuje 26 % třtinového alkoholu. S touto směsí mohou pracovat běžné spalovací motory.

Bioethanol vyrobený z kukuřice se rovněž používá jako aditivum do většiny automobilových benzínů v USA. Obsah alkoholu v USA je většinou 10%. O přínosu bioethanolu v palivech se vedou spory – existují názory jak pro rozvoj hybridních pohonů, tak kritické studie, které naopak vytýkají malý celkový příspěvek k snižování emisí CO₂, dopad na ceny plodin, z nichž se bioethanol vyrábí apod. Po dramatickém zvyšování cen plodin v roce 2007 a první polovině roku 2008, následoval stejně dramatický propad, většina expertů se následně domnívá, že za zvýšením cen stály spekulativní nákupy při poklesu realit a akciových trhů.(19)

4.3 Technologie a technika využití plyných biopaliv

Mezi plyná biopaliva řadíme: bioplyn, dřevoplyn, vodík(vyrobený štěpením uhlovdíkového paliva). Budeme se zabývat bioplynem, protože je z nich nejpoužívanější a tím pádem nejdůležitější.

Bioplyn

Výroba bioplynu

Biologický rozklad organických látek je složitý vícestupňový proces, na jehož konci působením metanogenních, acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plyných složek, metanu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH neboli kyselost materiálu, anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, absence inhibičních biochemických látek atd. Anaerobní mikroorganismy produkující metan (metanogeny) jsou považovány za jedny z nejstarších živých organismů na naší planetě. Kyslík i v sebemenší koncentraci je pro ně totéž jako prudký jed pro živé organismy. Jejich přizpůsobivost umožnila přežití i poté, co se v atmosféře Země začal objevovat kyslík. Jejich těsná symbióza s jinými aerobními organismy, které jim zajišťují energetický zdroj a anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, umožnila jejich přežití po mnoho milionů let až do dnešní doby. Všudypřítomné metanogenní kultury proto v přírodě nalézáme zásadně ve směsných kulturách nikoliv v čistém stavu.

Biologický rozklad organických látek v anaerobních podmínkách je proces, který se nazývá metanová fermentace, metanové kvašení, anaerobní fermentace, anaerobní digesce, biogasifikace, biometanizace, biochemická konverze organické látky atd. Tento proces probíhá v přírodě za určitých podmínek samovolně nebo je vyvolán záměrně pomocí biotechnických zařízení.(14,16,18)

Materiály pro vznik bioplynu

Biomasa je obecný pojem pro materiál vhodný pro využití k energetickým účelům formou metanogenní fermentace. Za biomasu je v užším pojetí považována organická hmota rostlinného původu vznikající na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie . Pod pojmem biomasa si však můžeme představit substanci biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu (fytomasu) pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. Bioplyn lze získávat téměř ze všech druhů biomasy. U běžných organických substrátů podrobených metanogenní fermentaci se metan získává rozkladem polysacharidů, lipidů a proteinů. Při rozkladu jinak dobře rozložitelných proteinů (bílkovin) se do bioplynu uvolňují sirnaté složky (např. sulfan – H₂S), které je před konečným využitím bioplynu nutno v některých případech odstranit. Rozkladem lipidů (tuků) je možné dosáhnout nejlepší výtěžnosti, bohužel jejich podíl ve fermentovaném materiálu

nebývá vysoký. Rozklad polysacharidů zvláště obsažených ve fytomase bývá hlavním zdrojem látek pro tvorbu metanu. Jedna z hlavních stavebních látek fytomasy – lignin – je z hlediska metanogeneze balastním materiálem a tvorby metanu se prakticky neúčastní, pokud není fyzikálně chemickými procesy předem zpracována.(14,16,18)

Využití bioplynu:

- Na výrobu tepla
- K výrobě tepla a elektřiny (kogenerace) - nejčastější využití
- K výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) – užívána jen výjimečně
- Jako pohon dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky)

5. Zhodnocení jednotlivých způsobů energetického využívání biopaliv

5.1 Způsoby využití tuhé biomasy k energetickým účelům

Biomasa jako obnovitelný zdroj energie má, jak jsme si již řekli, 3 základní formy: **pevná biomasa** – především pro vytápění budov, **plynná** – bioplyn, produkt bioplynových stanic a **tekutá** forma – biopaliva pro dopravu, jako pohonné hmoty.

Tuhá biomasa k vytápění budov

Pevná biomasa je nejjednodušší, nejnámější a nejméně investičně náročný způsob využívání ze všech 3 uvedených forem. Má přitom největší význam pro venkovské regiony i pro účelnou diversifikaci energetických zdrojů i z hlediska energetické bezpečnosti. Vytápění biomasou má rovněž rozhodující význam i z hlediska energetické bezpečnosti, neboť není výhradně závislé na centrálním dodávání tepelné energie. Nejčastěji se používá v lokálních topeništích, nebo malých výtopnách. Největší význam spočívá rovněž v tom, že se tato biomasa spotřebuje v místě svého vzniku – ať už jako vedlejší či odpadní produkt (sláma, dřevní odpad), tak jako produkt cíleně pěstovaných energetických rostlin. Tím se současně omezí zbytečné převážení biomasy na velké vzdálenosti a ušetří se pohonné hmoty. Tento způsob využívání biomasy vyvrací proto i některé obecné námitky odpůrců biomasy, kdy se kritizuje právě náročnost transportu nebo i pěstování energetických rostlin údajně na velkých plochách a v monokulturách. To se rozhodně netýká tuhé biomasy pro vytápění, ale problémy mohou nastat hlavně při produkci biomasy za účelem získávání pohonných hmot.

Vytápění biomasou je rovněž nejsnáze realizovatelný způsob jejího využívání, protože každý z nás dobře zná topení dřevem, neboť i dřevo je biomasa. Bohužel, v poslední době se stává nedostatkové, jednak proto, že je ho škoda pro spalování a jednak proto, že mnozí občané jsou nuceni v důsledku stálého zdražování paliv pro vytápění hledat zdroje nejlevnější. Tím zatím dřevo je, ale je pouze otázkou času, kdy tento zdroj dojde. Proto je třeba hledat náhradní možnosti a zajistit tak dostatek biomasy jako nejvýznamnějšího obnovitelného zdroje energie, které je dosud evidentní nedostatek. Logicky se nabízí cílené pěstování energetických rostlin na zemědělské půdě. Pro rozptýlené pěstování těchto vybraných „energetických“ rostlin se najdou nejrůznější enklávy odlišného stupně úrodnosti půdy po celé

republice. K pěstování energetických rostlin pro pevnou biomasu nejsou totiž nezbytné ucelené rozsáhlé plochy půdy, čímž bohužel někteří odpůrci biomasy obecně argumentují. To se ale týká hlavně plodin pro biopaliva tekutá. Cílené pěstování rostlin pro vytápění lze realizovat i na malých pozemcích vhodně začleněných do krajiny. Může se tak využít i méně úrodná půda, která často neskýtá ani žádoucí výnosy tradičních zemědělských plodin. Takže i když výnosy energetických rostlin zde rovněž nebudou dostatečně vysoké, lze je přesto považovat za přínosné, jak pro získání biomasy, tak pro řádné obdělání půdy. Týká se to především oblastí méně úrodných. V konkrétních případech se ale nevyklučují ani půdy úrodné v nížinných oblastech, záleží výhradně na místní potřebě produkce topné biomasy.

- **Bioplyn (plynná biopaliva)**

Plynná biopaliva se vyskytují v plynném stavu. Mezi plynná biopaliva se zahrnují bioplyn (produkt anaerobní digesce) pyrolýzní plyn (produkt termického zpracování biomasy, tzv. dřevoplyn) a vodík (vyrobený štěpením uhlovodíkového biopaliva). V České republice je v současnosti nejperspektivnějším a nejdostupnějším plynným palivem bioplyn, produkt zpracování biologicky rozložitelných odpadů i pěstované biomasy. Nynější využívání bioplynu má uplatnění ve využívání kalového plynu na čistírnách odpadních vod a skládkového plynu na skládkách komunálního odpadu. Druhé využití bioplynu zahrnuje zemědělské, komunální nebo průmyslové bioplynové stanice.(16,18)

- **Biomasa kapalná - biopaliva jako pohonné hmoty**

Problémy velkoplošného pěstování mohou nastat při pěstování rostlin pro bio pohonné hmoty, jako je biolín či bionafta. Dalším zásadním problémem pro produkci těchto biopaliv je nezbytnost zpracování surovin v centrálních zpracovatelských zařízeních, což si vyžádá nezbytná fosilní paliva na jejich transport. Celková bilance takto vzniklých biopaliv je pak o tuto energii nutně snížena.

Biopaliva pro dopravu přitom bohužel přispívají nejméně k omezování skleníkových plynů, zvláště v ČR i v Evropě. Zdejší mírné podnebí může produkovat pohonná biopaliva převážně z obilovin (případně z okopanin). Pěstování obilovin je u nás tradičně na velmi vysoké úrovni a proto zauímají největší osevní plochy orné půdy, stejně jako řepka pro výrobu bionafty. Rozsáhlé plochy obilovin jsou nevhodné i z hlediska biodiversifikace druhů. Zde by mohlo výrazně přispět rozšířené pěstování jiných druhů energetických bylin (např. pro

biomasy k vytápění), vhodně začleňovaných do krajiny, které mají oproti obilovinám odlišnou charakteristiku a proto zde mohou působit jako zlepšovače půdní úrodnosti.

Výrobu biolíhu je třeba rovněž zvážit vzhledem k vysokým investičním nákladům. Taková výroba musí být podrobena velmi důkladným ekonomickým propočtům a současně musí být předem zajištěno spolehlivé dodávání surovin. V poslední době se dále začíná projevovat i konkurence oproti potravinářskému obilí. Jde přitom o konkurenci přímou; buď se obilí použije pro biopaliva, nebo pro potraviny. To je střet vážný a každopádně by na něj měl být brán zřetel, zejména z hlediska posledního vývoje v Evropě i v celém světě. Začíná se to projevovat nakonec i některými stanovisky EU z poslední doby, kde již není tak kategoricky doporučováno prosazování zvýšeného podílu (do 10 %) přimíchávání biolíhu do benzínu.

Obecně nelze ale výrobu biolíhu považovat za nevhodnou, ale naopak, je velmi potřebná a může být dokonce velice efektivní, ale převážně v oblastech s vhodnými přirozenými podmínkami. Názorným příkladem může být Brazílie i další státy, kde se biolíh vyrábí z cukrové třtiny, případně i z odpadů jejího zpracování pro další výrobky. Hodnocení produkce pohonných hmot z biomasy je proto nutné posuzovat podle místních podmínek a její produkci prosazovat především podle efektivity její výroby a s ohledem na míru ekologických přínosů, včetně vlivu na omezování vzniku skleníkových plynů.

Důležitou surovinou pro biolíh může ale být biomasa z nejrůznějších druhů celých rostlin (biopaliva II. generace), případně i z vhodných zbytků rostlinných materiálů. Tyto technologie již existují a proto by bylo velmi účelné podpořit jejich zdokonalení a následný rozvoj. Takový zdroj pro výrobu biolíhu by pak byl nesporně významný i v oblastech mírného pásma, včetně ČR.

Jak již z názvu bakalářské práce vypovídá, dále se budu zabývat zhodnocením jednotlivých způsobů energetického využívání biopaliv s ohledem na životní prostředí.

5.2 Výsledné zhodnocení jednotlivých druhů biopaliv

Tab.1

	pevná	kapalná	bioplyn
Cena	4 000-5 000 Kč.t ⁻¹	27,5Kč.l ⁻¹ -bionafta	7,06 Kč.m ⁻³

	pevná	kapalná	bioplyn
Výhřevnost (průměrná)	15 MJ.kg ⁻¹	34 MJ.kg ⁻¹	25 MJ.m ⁻³
Forma zpracování	stříhací zařízení, sekačky, drtiče	lisování, kvašení	bioplynová stanice
Náklady na technologie	Z důvodu nenáročné výroby a dostupnosti zdrojů(dřevo, rostliny) nízké	V důsledku převozu na obrovské vzdálenosti jsou velké	V důsledku složité výroby a náročnosti na vybavení jsou velké
Využití	výroba energie (vytápění budov)	pohonné hmoty (bionafta, bioethanol)	výroba energie (biostanice)
Emise	Nejvyšší podíl emisí → (nejvíce zatěžují živ.prostř.)	Značně menší podíl emisí než u běžných pohonných hmot	Nejmenší podíl emisí → (nejméně zatěžují živ.prostř.)

Pro menší podniky a provozovny se používají zejména pevná biopaliva a to z důvodu ekonomických možností. Kapalná biopaliva jsou určena především pro dobře situované firmy, které si mohou dovézt i vyvážit na velké vzdálenosti a nakonec bioplyn je využíván zavedenými podniky, které mají dostatečné finanční prostředky na potřebné vybavení bioplynových stanic. Většinou se zpracovává na místě. (13,15)

5.3 Emise ze spalování biomasy

Proces spalování biomasy je ovlivněn mnoha faktory. Z nejdůležitějších vybíráme:

- vysoký podíl uvolňované prchavé hořlaviny při teplotách nad 200 °C, který může tvořit až 80 % hmotnosti sušiny paliva,
- dlouhé plameny, které zapříčiňují obtíže při průniku potřebného kyslíku do nich pro dokonalé spálení,
- relativně dlouhá doba prohořívání spalitelných plynů, která činí 0,5 až několik sekund a během níž nesmí být plamen nikde a ničím ochlazován, neboť by se tvořily saze,
- vyšší spotřeba spalovacího vzduchu, než je teoretická potřeba – s ohledem na jeho obtížné promíchávání se spalnými plyny; $\lambda = 1,5 \div 2$,
- teploty měknutí, tečení a tavení dřevního popela a popela z biomasy (860 až 1 100 °C),
- nízká hustota většiny fytopaliv, zejména slámy, dřevní štěpky, pilin, s výjimkou briket a pelet,
- určitý podíl popílku s obsahem těžkých kovů, vyžadující speciální nákladné filtry, zejména u topenišť vyšších výkonů,
- paliva z biomasy s větším obsahem chloru vyžadují uskutečnění zvláštních opatření u parních kotlů, kdy u přehříváků je vyšší teplota než 550 °C (s ohledem na korozi), a dále realizovat vedení spalovacího procesu s ohledem na možnost tvorby chlorovaných aromatických sloučenin.

5.4 Výběr vhodného vytápěcího zařízení

Z předchozího přehledu zařízení na topení biomasou je zřejmé, že výběr na trhu je docela bohatý, a rozhodování pro to, co použít v tom kterém případě, tedy není tak úplně jednoduché. Pokusíme se zde proto nastínit základní kritéria pro výběr vhodného zařízení. Do rozhodování vstupují následující parametry:

1. **Potřebný tepelný výkon** – kotle na tuhá paliva se dají regulovat jen do určitého minimálního výkonu; nejmenší výkon mohou dosáhnout topidla na pelety, naproti tomu kotle na štěpku nebo na balíky slámy se pro malé výkony vůbec nedají použít.

2. **Investiční náklady na zařízení a cena paliva** – biomasa není jedinou možností, jak vytápět dům, na trhu soutěží s jinými zdroji (elektrina, tepelná čerpadla, zemní plyn nebo uhlí). Významné pro rozhodování jsou celkové roční náklady, do nichž vstupuje jak cena paliva, tak i odpisy (odpovídající část nákladů na koupi a údržbu vytápěcího zařízení). Obecně platí, že pokud je palivo levné, mohou být náklady na zařízení vyšší a naopak.
3. **Dostupnost paliva (zdroje energie)** – nejuniverzálněji dostupná je zpravidla elektrina. V případě biomasy mohou být v dostupnosti jejích jednotlivých forem poměrně velké lokální rozdíly.
4. **Požadovaný komfort a nároky na obsluhu** – topení v krbových kamnech vyžaduje poměrně časté příkládání a kontrolu, naproti tomu elektrické nebo plynové vytápění zajistí vysoký stupeň tepelné pohody zcela automaticky. Většina výše uvedených vytápěcích zařízení na biomasu leží někde mezi těmito extrémy.

V současné době se neustále mluví o co nejméně nákladném vytápění obývacích prostor. Zde je několik možností, jak se dá řešit vytápění různých typů domů:

- **Nízkoenergetický dům** – pokud chceme vytápět dům, který má výpočtovou tepelnou ztrátu 5-10kW, pak přicházejí v úvahu kamna nebo kotel na pelety. Využijeme jejich hlavní výhody, kterou je dobrá regulace, malé rozměry a hlavně minimum práce spojené s obsluhou topení a s obstaráváním paliva. Vyšší cena pelet nám nijak nevádí, protože roční spotřeba je relativně malá. V tomto případě konkuruje peletám především elektrické vytápění, které má sice větší náklady na energii, ale nižší investiční náklady na vlastní topné zařízení. Další možností je malé tepelné čerpadlo. Také se zde mohou dobře uplatnit moderní kachlová kamna s velkou akumulací a se vzduchovými kanály pro rozvod tepla do dalších místností.
- **Běžný rodinný dům** – tepelná ztráta někde mezi 10 a 20 kW. Zde se dá také dobře použít kotel na pelety, cena pelet už ale hraje významnější roli v nákladech na vytápění. Pokud je v místě dostupné palivové dřevo, máme místo na jeho skladování a nevádí nám trocha práce navíc, pak je optimální volbou kotel na kusové dřevo vybavený akumulací. Možnou konkurencí je v tomto případě tepelné čerpadlo, které má sice vyšší investiční náklady, ale srovnatelnou nebo nižší cenu za kW.h⁻¹ tepla a nevyžaduje žádnou obsluhu.

- **Větší venkovský dům nebo zemědělská usedlost** (tepelná ztráta mezi 20 až 60 kW)
 - v tomto případě je kotel na kusové dřevo dobrou volbou, nicméně už lze také uvažovat o kotli na spalování štěpky. Třeba v Rakousku je na zemědělských farmách štěpka dost využívána. Souvisí to i s tím, že mnoho vlastníků farem má i kus lesa a musí se zbavovat odpadu po těžbě dřeva, na farmě také není problém se skladováním štěpky. Další možností je centrální vytápění na štěpku či slámu pro celou vesnici nebo využívání tepla z kogenerační jednotky na bioplyn.

- **Občas obývaná rekreační chalupa** – pokud takovýto dům nijak netemperujeme, pak může v zimě klesat teplota i pod bod mrazu, což zpravidla omezuje možnost použití klasického ústředního topení. Je sice možné použít místo vody nemrznoucí směs, ale obecně platí, že ústřední topení je v tomto typu domu relativně málo využité. Významným faktorem v takovémto domě je požadavek dosáhnout po příjezdu do silně vychladlého domu co nejrychleji přijatelné tepelné pohody. Pro tento účel jsou výhodná krbová kamna nebo kamna typu Bullerjan, která díky významnému podílu sálavého tepla dokážou kompenzovat negativní efekt silně prochlazených stěn. Pro tento typ domů jsou také oblíbená kachlová kamna. V zásadě lze použít i topidlo na pelety a pomocí dálkového ovládání nebo programového regulátoru jej využít k temperování domu a k vyhřátí před příjezdem obyvatel.

6. Závěr:

Tato práce se zabývá problematikou energetického využívání biopaliv s ohledem na životní prostředí. Jejím cílem bylo vysvětlit pojem biopalivo (biomasa), vyjmenovat a popsat metody energetického využití biopaliv, uvést příklady zařízení, která jsou k tomu určena a nakonec zhodnotit jednotlivé způsoby energetického využívání biopaliv. Tato forma získávání energie zažívá neutuchající progres po celém světě, včetně České republiky, a to z důvodu docházejících zásob fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn), což se odráží na vysokých cenách společností obchodujících s pohonnými hmotami, ale samozřejmě také kvůli značně nižšímu zatěžování životního prostředí než k jakému dochází u fosilních paliv. Jako nejlevnější a zároveň nejrozšířenější se jeví v našich podmínkách způsob energetického zpracování tuhých biopaliv prostřednictvím procesu spalování, které je ale na druhé straně oproti plyným a kapalným biopalivům nejhorší z hlediska množství vylučovaných emisí a škodlivých látek při výrobním procesu tepelné energie. V nejbližších letech samozřejmě nemůže dojít k úplnému nahrazení neobnovitelných zdrojů energie obnovitelnými, ale za pár desítek let jim bude určitě patřit místo na výsluní jakožto nejčastějšího způsobu získávání energie a to jak z hlediska environmentálního, tak i ekonomického. Každopádně už teď platí a nadále také bude, že obnovitelné zdroje energie = energetická budoucnost světa.

7. Seznam použitých zdrojů:

1. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE A MOŽNOSTI JEJICH UPLATNĚNÍ V ČESKÉ REPUBLICE. ČEZ, Praha 2007,cit.2010
2. MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J. (2008): Energie z biomasy. 2. vydání. ERA Group, Brno,cit.2010
3. WIKIPEDIE otevřená encyklopedie, cit. 2010
http://cs.wikipedia.org/wiki/Plynn%C3%A9_biopalivo
4. PASTOREK, Z., KÁRA, J. , JEVIČ,P. (2004): Biomasa obnovitelný zdroj energie. FCC PUBLIC, cit.2010
5. PASTOREK,Z.: Využití biomasy k energetickým účelům,kap.10. In:CENEK,M. a kol.:Obnovitelné zdroje energie. II.vydání. Praha, FCC Public 2000, cit.2010
6. JEVIČ,J.,HUTLA,P.,ŠEDIVÁ,Z. (2008): Udržitelná výroba a řízení jakosti tuhých paliv na bázi agrárních bioproduktů (Metodická příručka Mze ČR). Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 6- Ruzyně, cit.2010
7. CO JE BIOMASA, Lemisped CB, cit.2010
http://www.lemisped.cz/userfiles/image/biomasa_proces.gif
8. TAUCHMANN,D.(2007): Biomasa v soustavách měst a obcí, cit.2010
<http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3865>
9. WIKIPEDIE otevřená encyklopedie, cit.2010
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrol%C3%BDza>
10. VYUŽITÍ PELET, Dům a byt, cit.2010
http://www.dumabyt.cz/obrazek/clanek19713/vyuziti_pelet1.21.jpg
11. TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV,Teplovodní kotel na zpracování štěpky, cit.2010
<http://www.tzb-info.cz/kat/nove/znacky/0100/010074o8.jpg>
12. ECO FLAME(peletová kamna), Kamna na pelety, cit.2010
<http://www.ecoflame.cz/images/clanky/focus%20bila.jpg>
13. ENERGIE Z BIOMASY, Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů, cit.2010
<http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>
14. BIOMASA OBNOVITELNÝ ZDROJ ENERGIE, Ministerstvo zemědělství, Praha 1, cit.2010 http://eagri.cz/public/eagri/file/3649/_4_BIOMASA.pdf
15. CENY BIOMASY,Úspory energie, cit.2010
<http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/biomasa-zdrazuje-ceny-pelet-a-briket-zvysi-otisice-naklady-na-topeni.aspx>

16. JAK VYUŽÍT BIOPLYN, Bioprofit, cit.2010
http://www.bioplyn.cz/at_bioplyn.htm
17. BIONAFTA, Biodiesel, cit.2010
<http://www.biodiesel.cz/soucasna-cena-bionafty-je-tristni/>
18. WIKIPEDIE otevřená encyklopedie, Bioplyn, cit. 2010
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>
19. WIKIPEDIE otevřená encyklopedie, Bioethanol, cit.2010
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioethanol>
20. WIKIPEDIE otevřená encyklopedie, Bionafta, cit.2010
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bionafta>
21. BIOMASA, Definice biomasy a energetických plodin, cit. 2010
<http://nadrevo.blogspot.com/2010/03/biomasa-to-je-masa-1dil.html>
22. HORNICKÝ KLUB, Kogenerační jednotka, cit.2010
<http://www.hornicky-klub.info/foto/jednotka.jpg>

Seznam příloh:

Tabulka č.1: Výsledné zhodnocení jednotlivých druhů biopaliv

46

Summary

Over the last several years is on the upsurge use a biofuels. How say title work already, we must not thereat burden environment. In the Czech republic are user a biofuels largely from the ground, because we have not others alternative sources energy for example: wind energie, sunny energie and so on. Main shift was the transformation in 1989.

Keywords: biomass, emissions, burning unit, biogas