



Posúdenie využitia biomasy v Bioparku REBECA

- T e c h n i c k á s p r á v a -

Október 2003

Objednávateľ:
Modrá planéta - HEARTH
občianske združenie
Veľká okružná 68
010 01 ŽILINA

Zhotoviteľ:
Dr. - Ing. Jozef Šoltés, CSc.
oprávnený energetický audítor
Poľná 54
974 05 Banská Bystrica

O B S A H :

1. Úvod
2. Možnosti využitia biomasy
 - 2.1 Možnosti energetického využitia biomasy
 - 2.2 Význam energetického využitia biomasy
3. Zhodnotenie súčasných technologických možností a trendov
 - 3.1 Priama výroba tepla spaľovaním biomasy
 - 3.2 Alternatívne technológie na kombinovanú výrobu elektriny a tepla z biomasy
 - 3.2.1 Technologický proces s využitím turbíny na horúci vzduch
 - 3.2.2 Organic Rankine-Cycle (ORC proces)
 - 3.3 Biochemická premena biomasy
4. Možnosti využitia biomasy Liptova a Oravy
5. Doporučený postup pri rozhodovaní o využití biomasy

1 Úvod

Biomasa je látka biologického, čiže rastlinného alebo živočíšneho pôvodu. V súvislosti s jej energetickým využitím sa za biomasu obvykle považuje:

- ◆ odpadné a palivové drevo,
- ◆ obilná a repková slama,
- ◆ rýchle rastúce rastliny, pestované cielene pre energetické využitie,
- ◆ bioplyn (z odpadov živočíšnej výroby).

Pretože sa dosiaľ neustálila jednoznačná definícia pojmu biomasa, považuje sa niekedy za biomasu aj:

- ◆ komunálny odpad,
- ◆ nemocničný odpad,
- ◆ skládkový plyn (zo skládok odpadov, z čistiarenských kalov).

2. Možnosti využitia biomasy

2.1 Možnosti energetického využitia biomasy

Energeticky využívať biomasu je možné niekoľkými spôsobmi (obr. 1- najrozšírenejšie varianty sú označené silnejšie):

a) Termochemickou premenou (tzv. suché procesy):

- spaľovanie (produktom je vysokopotenciálne teplo),
- splyňovanie (produktom je vykurovací plyn),
- pyrolýza (produktom je bioolej a decht).

b) Biochemickou premenou (tzv. mokré procesy):

- alkoholové kvasenie (fermentácia, výroba etanolu),
- metánové kvasenie (anaeróbna fermentácia, výroba bioplynu).

c) Chemickou premenou:

- esterifikácia surových bioolejov.

V praxi prevláda využití biomasy spaľovaním a z mokrých procesov je najpoužívanejšia výroba bioplynu anaeróbna fermentáciou. V tejto súvislosti je zaujímavé poznamenať, že až do 19. storočia boli energetické potreby prakticky pre všetky oblasti ľudskej činnosti pokryté

spaľovaním biomasy a to nielen pre účely vykurovania v domácnostiach, ale aj v rámci remeselníckej výroby. Na éry tzv. priemyselnej revolúcie sa biomasa používala aj v priemysle a doprave (parné lokomotívy spaľujúce drevo). Až v priebehu 19. storočia nahradili postupne biomasu, fosílna palivá. A tak biomasa, ktorá bola historicky prvým zdrojom prvej energie, sa dnes vracia do energetiky.

2.2 Význam energetického využitia biomasy

Hlavné výhody využitia biomasy v energetike sú:

- ◆ obnoviteľnosť (nevyčerpatelnosť) zdroja energie, na rozdiel od fosílnych palív,
- ◆ z hľadiska produkcie tzv. skleníkových plynov, najmä CO₂, sa považuje biomasa za neutrálne palivo (CO₂ sa síce pri spaľovaní uvoľňuje, ale približne rovnaké množstvo CO₂ je fotosyntézou pri raste biomasy z atmosféry spotrebované),
- ◆ väčšinou zanedbateľný obsah síry,
- ◆ zvyšuje nezávislosť na dovozu primárnych energetických zdrojov,
- ◆ biomasa je často druhotnou surovinou, čo je výhodou z hľadiska ekonomického (cena) ako aj odpadového hospodárstva,
- ◆ pestovanie biomasy zlepšuje sociálne pomery (zamestnanosť) vidieka pri transformácii poľnohospodárstva (prevod potravinárskej produkcie na priemyselnú) a prispieva k ochrane životného prostredia, poľnohospodárskej pôdy, prevažne k odstráneniu devastácie pôdy priemyselnou a ťažobnou činnosťou.

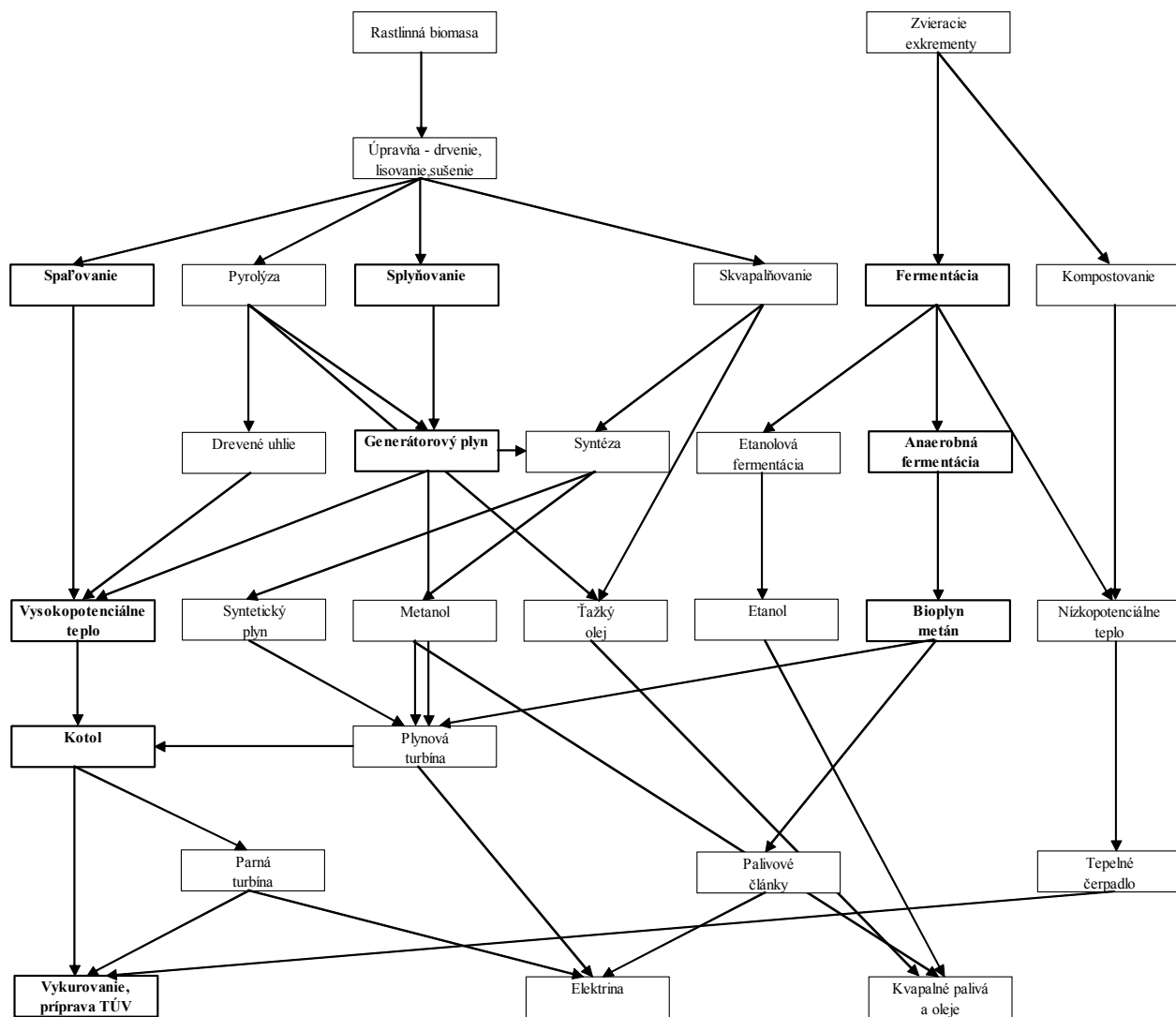
Aj napriek uvedeným výhodám sa energetické využitie biomasy na Slovensku doposiaľ nerozšírilo tak, ako by bolo žiadúce. Príčinou sú niektoré problémy, ktoré nie sú doposiaľ vyriešené:

- ◆ cena biomasy častokrát vplyvom spracovania a dopravy prevyšuje cenu fosílnych palív,
- ◆ spoľahlivosť dodávky do energetické výrobné môže byť nižšia ako u ostatných palív,
- ◆ sezónnosť pestovania energetických rastlín vyžaduje skladovanie v pomerne veľkom rozsahu, pokiaľ nie je skladovaná voľne na mieste výskytu,

- ◆ menšia účinnosť a nižší výkon dostupných zariadení na energetické využití biomasy (v porovnaní so zariadeniami na fosílné palivá ako napr. zemný plyn, vykurovací olej atď.),
- ◆ doposiaľ neukončený vývoj niektorých zariadení pre spracovanie a dopravu biomasy,
- ◆ nebezpečie úniku škodlivých látok pri niektorých technológiách (prach, NO_x, pevné a kvapalné odpady).

S energetickým využitím biomasy sú preto spojené riziká:

- ◆ pre výrobcu (pestovateľa a spracovateľa) riziko pri zavádzaní a pestovaní nového typu biomasy s 2 až 8 ročným cyklom (napr. otázka uplatnenia na trhu),
- ◆ riziko nedostatočnej technologickej infraštruktúry, nevhodnej a tým aj neekonomickej dopravy a spracovania biomasy,
- ◆ riziko prevádzkovateľa energetického zdroja spočívajúce v zaistení dlhodobej a spoľahlivej dodávky biomasy a v nedostatku skúseností so skladovaním a spracovaním biomasy (možnosť zníženia pri použití biomasy vo viacpalivových systémoch),
- ◆ riziko investora pri financovaní nové (neodskúšanej) technológie, infraštruktúry, najmä doposiaľ pri nejasnej situácii subvencovania využitia biomasy,
- ◆ riziko dodávateľa technológie, spočívajúce v nedodržaní harmonogramu stavby, spoľahlivosti a technických vlastností nového zariadenia.



Obrázok 1: Technológie využitia biomasy

3. Zhodnotenie súčasných technologických možností a trendov

3.1 Priama výroba tepla spaľovaním biomasy

Výroba tepla spaľovaním biomasy je najstaršie a určite najrozšírenejšie energetické využitie biomasy vôbec. Biomasa sa spaľuje väčšinou v zdrojoch s menším jednotkovým

výkonom a uvoľnené teplo sa využíva hlavne vykurovacie účely a ohrev TÚV. Spaľovanie biomasy prebieha v štyroch fázach:

- ◆ sušenie, odparovanie vlhkosti paliva (pri teplotách 100 až 500°C),
- ◆ pyrolýza, uvoľňovanie prchavého podielu z paliva (pri teplotách až 700°C),
- ◆ spaľovanie prchavého podielu (spaľovanie prebieha v priestore nad roštom),
- ◆ spaľovanie tuhej zložky paliva (uhlíka), dohorievanie.

Tepelnotechnické vlastnosti biomasy sa v niektorých smeroch líšia od vlastností ostatných konvenčných tuhých palív (uhlia). Preto ak má spaľovanie dosiahnuť čo najvyššiu účinnosť, musí byť spaľovacie zariadenie prispôbené zvláštnym požiadavkám, ktoré na spaľovanie kladie biomasa. Najväčšiu pozornosť je nutné venovať nasledujúcim opatreniam:

◆ Spaľovanie príliš vlhkej biomasy je neekonomické. Veľká časť uvoľneného tepla sa spotrebuje pre odparenie vody obsiahnutej v biomase a väčšinou sa už ďalej nevyužije (s výnimkou kondenzačných kotlov, u ktorých sa spaliny ochladzujú pod teplotu rosného bodu, takže sa výparné teplo vody opäť získa späť). Spaľovanie biomasy s príliš vysokým obsahom vlhkosti prebieha pri nižších teplotách, prebieha dlhšie a zvyšujú sa straty nedokonalým spaľovaním. Preto je výhodné skladovať biomasu tak, aby sa mohla dokonale vysušiť na vzduchu. Umelé sušenie biomasy obvykle zvyšuje náklady na úpravu biomasy natoľko, že sa značne zhoršuje konkurencieschopnosť biomasy voči ostatným palivám. Z environmentálneho pohľadu je vyšší obsah vlhkosti v biomase výhodný, lebo pri nižších spaľovacích teplotách vzniká menej NO_x a znižuje sa nebezpečenie spekania popolovín.

◆ Biomasa má väčší obsah prchavého podielu ako napr. uhlie. Orientačný obsah prchavého podielu v horľavine je u uvedený v nasledujúcej tabuľke.

<i>Palivo</i>	<i>Prchavý podiel v horľavine [%]</i>
čierne uhlie	34 ÷ 42
hnedé uhlie	50 ÷ 67
rašelina	70
drevo	80 ÷ 87
slama	80 ÷ 85
slnečnicové šupky	80

Tab. 1: Obsah prchavého podielu tuhých palív

V druhej fáze spaľovania sa preto uvoľňuje veľký objem plynnej horľaviny. Je nebezpečí, že takto uvoľnený prchavý podiel vytesní z priestoru nad palivom vzduch, a že prchavý podiel nedohorí. Pri spaľovaní biomasy preto musí byť vždy zaistené dokonalé premiešanie uvoľneného prchavého podielu so vzduchom. Časť vzduchu je nutné privádzať k tuhej časti paliva (tzv. primárny vzduch) a pomerne veľkú časť vzduchu do priestoru nad rošt (sekundárny vzduch). Sekundárny vzduch musí byť privádzaný tryskami pomerne veľkou rýchlosťou, aby mal dostatočne veľkú kinetickú energiu a mohol premiešať obsah spaľovacieho priestoru aj v hĺbke ohniska. Viskozita plynov sa totiž zvyšuje s teplotou (na rozdiel od kvapalín), takže priereznosť prúdu vzduchu v prostredí horúcich spalín je malá.

♦ Zloženie biomasy a bežných druhov uhlia spaľovaných na Slovensku možno vidieť v tabuľke 2.

Palivo	Výhrevnosť [MJ/kg]	Obsah v surovom palive		Obsah v horľavine		
		popolovín	prchavej zložky	C	S	N
[%hmotnostné]						
čierne uhlie	24	20	38	82	1,5	1,2
hnedé uhlie	14	20	58	75	2	1,3
drevo	16	3,3	85	49	0,04	0,6
slama	16	5,9	82	46	0,1	0,9

Tab. 2: Porovnanie zloženia a vlastností biomasy a uhlia (priemerné hodnoty)

Biomasa má vyšší obsah alkalických zlúčenín (potaš, sodík), ktoré môžu spôsobovať sklon k spekaniu popolovín (slama) a ku korózii výhrevných plôch kotla, stien spalínových kanálov a komína. Veľkou výhodou je nízky obsah dusíku (menšia produkcia NO_x) a síry v biomase. Spaliny z biomasy sa preto nemusia odsírovať.

3.2 Alternatívne technológie na kombinovanú výrobu elektriny a tepla z biomasy

Výroba elektriny so spaľovacími zariadeniami na báze biomasy hlavne v decentralných zdrojoch pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla je často diskutovaná téma. Výhody využitia

biomasy v decentralných zariadeniach na výrobu elektriny a tepla sú hlavne v možnosti lepšieho prispôsobenia dopytu a ponuky energie, zníženia strát z dopravy palív a prenosu energie na väčšie vzdialenosti. Okrem toho posilňuje energetické využitie biomasy ekonomický rozvoj hospodárstva v regióne.

Technické možnosti využitia energetického využitia tuhej biomasy na výrobu tepla sú známe už veľmi dlho. Pre jednotky na decentralne zásobovanie elektrinou z biomasy vo výkonovom rozsahu od 50 kW do 5 MW je potrebné pokračovať vo vývoji a výskume. Pre praktické použitie sú potrebné zariadenia, ktoré sú schopné splniť požadované ekonomické a environmentálne rámcové podmienky a vykazujú vysokú disponibilitu, nízke špecifické investičné ako aj prevádzkové náklady a vysokú účinnosť pri jednoduchom zapojení. Z možných technológií prichádzajú do úvahy nasledujúce:

- spaľovanie,
- splyňovanie, pyrolýza,
- skvapalňovanie,
- fermentácia.

Pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla spaľovaním biomasy je možné využiť rôzne cykly:

- Clausius-Rankine-proces,
 - voda/vodná para,
 - organické látky/zmesi (ORC),
 - anorganické látky/zmesi (AORC),
- Aceret-Keller, Joule a Stirling-proces
 - plyny/plynné zmesi.

Pri energetickom využití tuhej biomasy je najvhodnejšie použiť niektoré z nasledujúcich možností:

- ◆ spaľovanie biomasy a následné využitie pary v parnej turbíne resp. v parnom stroji,

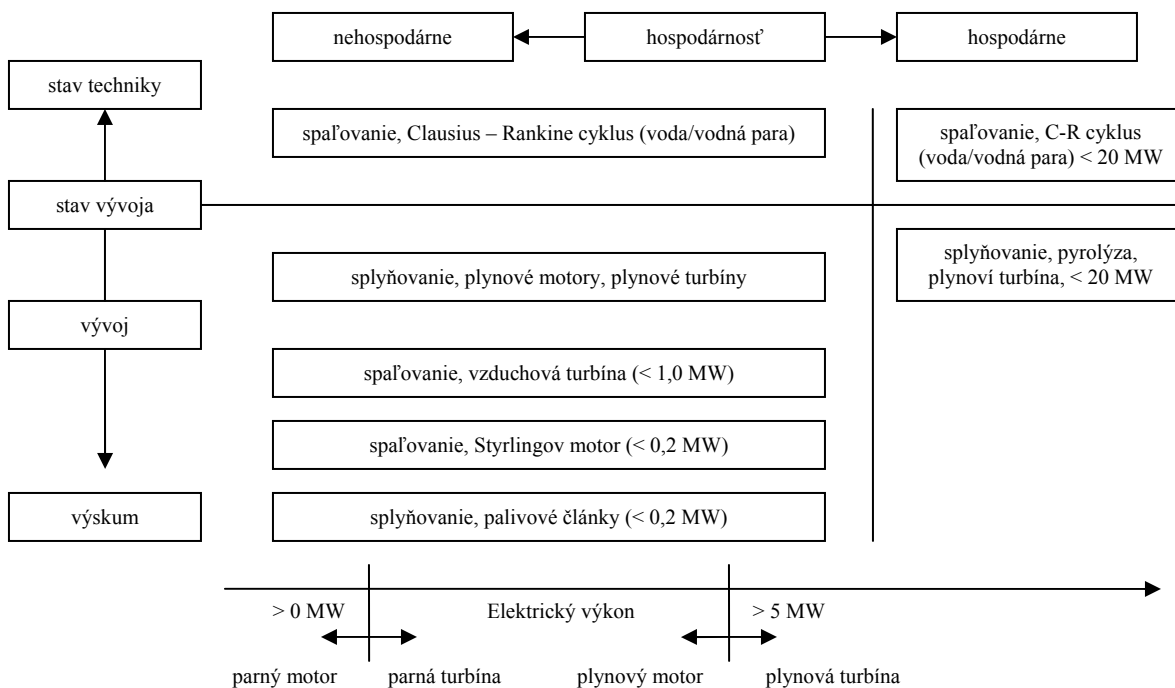
- ◆ splyňovanie biomasy resp. pyrolýza s využitím drevoplynu v plynových turbínach alebo motoroch,
- ◆ spaľovanie biomasy a následné využitie vo vzduchových turbínach alebo stirlingových motoroch.

S výnimkou klasického teplárenského cyklu s parnou protitlakou turbínou resp. s parnou turbínou s odberom sú všetky ostatné technológie v štádiu viac alebo menej pokročilého vývoja a výskumu.

Klasický teplárenský cyklus s parnou turbínou resp. s parným motorom umožňuje dosahovať relatívne nízku účinnosť vzhľadom na výrobu elektriny. Účinnosť týchto zariadení je závislá od inštalovaného výkonu jednotky ako aj parametrom teplotného média (tlak a teplota ostrej pary).

Vyššiu účinnosť výroby elektriny je možné dosiahnuť splyňovaním biomasy a následným využitím v plynových motoroch. Praktické využitie tejto technológie je zatiaľ obmedzené z dôvodu neustále sa meniacej kvality vznikajúcich plynov. Ďalším praktickým problémom je čistenie plynu vznikajúceho pri splyňovaní biomasy. Vo výkonovej oblasti uvedenej v predchádzajúcich odstavcoch sa vo väčšej miere táto technológia v praxi zatiaľ nepresadila.

Stav vývoja a výskumu v oblasti technológií na kombinovanú výrobu elektriny a tepla z biomasy je uvedený na obr. 2.



Obr. 2: Stav vývoja a výskumu v oblasti technológií na kombinovanú výrobu elektriny a tepla z biomasy a predpokladaná hospodárnosť

Výroba elektriny z biomasy je efektívna len v procese kombinovanej výroby elektriny a tepla. Nakoľko je vzhľadom na prenosové vlastnosti tepla spotreba tepla priestorovo obmedzená, musí sa aj výroba elektriny prispôbiť spotrebe tepla. Tým narastá potreba budovania malých decentrálnych jednotiek, ktoré je však potrebné vzhľadom na paralelnú spoluprácu v sieti pojať do dispečerského riadenia elektrizačnej sústavy.

V prípade menších decentrálnych jednotiek na báze biomasy je jedným z dôležitých faktorov výber vhodnej technológie. Klasický Clausius-Rankine proces je skôr vhodný pre väčšie výkonové jednotky. Alternatívnym riešením je využitie turbíny na horúci vzduch a technológie ORC.

Technológia s využitím vzduchovej turbíny je vhodná pre pracovné médium s vyššou teplotou ako predradená technológia. Proces ORC je naproti tomu možné zaradiť ako dodatočnú technológiu.

3.2.1 Technologický proces s využitím turbíny na horúci vzduch

Možnosť s relatívne vysokým potenciálom pre zvýšenie účinnosti výroby elektriny z biomasy v oblasti malých výkonov ponúka technológia spaľovania biomasy a následného využitia ohriateho horúceho vzduchu vo vzduchovej turbíne. Táto technológia pozostáva zo vzduchovej turbíny, v ktorej expanduje horúci vzduch a z ohrievača horúceho vzduchu, ktorý je zaradený v spaľovacom zariadení na tuhú biomasu. Odpadové teplo so vzduchovej turbíny má relatívne vysokú teplotu a je ho možné použiť v rôznych typoch výmenníkov.

Využitím turbíny na horúci vzduch sa predíde komplikáciám, ktoré vznikajú v otvorenom procese pri spaľovaní tuhej biomasy a následnom využití spalín v plynových turbínach.

Pracovný princíp je založený na Jouleho procese. Vzduchová turbína sa odlišuje od plynovej turbíny externým spaľovaním biomasy a následne ohrievaním vzduchu. Prívod horúceho vzduchu do turbíny je zabezpečený z ohrievača vzduchu, ktorého teplo-výmenné plochy sú umiestnené v spaľovacom zariadení. V ohrievači vzduchu sa odovzdáva teplo zo spalín vzduchu. Vzduch sa ohrieva spôsobom veľmi blízkym izobarickému deju až na menovitú teplotu potrebnú pre činnosť turbíny. Horúci vzduch expanduje v turbíne na atmosférický tlak. Využitelná elektrická práca získaná činnosťou vzduchovej turbíny je samozrejme, tak ako pri plynovej turbíne, závislá od práce vyrobenej turbínou a práce spotrebovanej kompresorom.

Proces s využitím plynovej turbíny je typický proces, ktorý môže byť predradený ďalšiemu procesu odovzdávania tepla.

Účinnosť výroby elektriny vzduchovej turbíny je ovplyvnená voľbou tlakového pomeru, teplotou vzduchu vstupujúceho do turbíny, tlakovou stratou v ohrievači vzduchu ako aj konštrukciou turbíny a kompresora. So stúpajúcim tlakovým pomerom rastie účinnosť turbíny až po maximálnu hodnotu. Po dosiahnutí maximálnej hodnoty nadobúda účinnosť klesajúcu tendenciu. Účinnosť výroby elektriny je skoro nezávislá od technologických zariadení zaradených za turbínou. Čiastočne ju môže ovplyvniť tlaková strata následne zaradených výmenníkov.

Návrh vzduchovej turbíny vyžaduje optimalizáciu medzi využiteľnou špecifickou prácou a zvyšovaním účinnosti v závislosti od hore uvedených veličín. Optimalizácia návrhu samozrejme úzko súvisí s požiadavkami zariadení, ktoré sú zaradené za vzduchovou turbínou.

Voľbou nižšieho tlakového pomeru (za predpokladu rovnakej vstupnej teploty vzduchu) je pri možnosti vyššieho schladenia pracovného média k dispozícii vyšší exergetický potenciál.

Ohrievač vzduchu je dôležitou súčasťou tohto procesu. Jeho účinnosť významne ovplyvňuje investičné náklady. Rozdiel medzi ohrievačom vzduchu používaným v spaľovacích zariadeniach klasických tepelných elektrární a ohrievačom horúceho vzduchu pre vzduchovú turbínu je hlavne v tlakových pomeroch, ktoré sú minimálne 4-5-krát vyššie. Za účelom dosiahnutia čo najvyššej účinnosti vzduchovej turbíny je potrebné dosiahnuť vysokú teplotu vzduchu na výstupe z ohrievača, z toho dôvodu musí byť čo najväčšia teplovýmenná plocha umiestnená priamo v ohnisku spaľovacieho zariadenia. S tým sú samozrejme spojené vysoké nároky na materiál ohrievača. Ďalšia dôležitá hodnota, ktorá ovplyvňuje návrh veľkosti teplovýmenných plôch a tým aj účinnosť zariadenia je tlaková strata. Príliš vysoké rýchlosti spôsobujú pokles teploty steny rúrok na strane horúceho vzduchu, ale súčasne prispievajú k zvyšovaniu tlakovej straty a tým následne k znižovaniu účinnosti turbíny. návrh ohrievača vzduchu je teda optimalizačný proces, pri ktorom je potrebné zohľadniť mnoho faktorov.

V posledných rokoch sa dosiahol relatívne veľký pokrok vo výstavbe tzv. mikroturbín. Jedná sa o zariadenia s jednostupňovým radiálnym kompresorom a turbínou podobného prevedenia. Kompresný pomer sa pohybuje v rozmedzí hodnôt 3 až 4. Teplota vzduchu vstupujúceho do turbíny je 700 až 900 °C. Takéto zariadenie dosahuje účinnosť výroby elektriny 10 až 14%. Pri nižších tlakových pomeroch je možné využiť regeneráciu. S použitím regenerácie je možné dosiahnuť účinnosť až 20-30%. Inštalovaný výkon takýchto zariadení, ktoré sú ponúkané výrobcami je od 30 do 250 kW.

Následné využitie odpadového tepla zo vzduchovej turbíny je možné napr. v poľnohospodárstve na sušenie produktov, v drevospracujúcom priemysle a pod. Okrem uvedených možností prichádza do úvahy aj výroba technologickej pary resp. teplej vody. Najvhodnejšie sú však procesy, ktoré môžu využiť priamo horúci vzduch z výstupu turbíny. Využitelný tepelný výkon sa pohybuje od 500 kW až do 2500 kW.

3.2.2 Organic Rankine-Cycle (ORC proces)

ORC proces je proces, pri ktorom sa využívajú pary pracovnej látky, ktorá vrije pri nízkych teplotách. ORC zariadenia využívajú odpadové teplo s relatívne nízkou teplotou, je ich teda možné využiť aj v prípade geotermálnej a slnečnej energie.

Účinnosť výroby elektriny je nízka. Tento proces je typický proces, ktorý sa do procesu výroby elektriny a tepla začleňuje ako dodatočný, čo je opak ku vzduchovej turbíne.

Ako v prípade klasického procesu s využitím vodnej pary je najdôležitejším zariadením parný generátor. Potom nasleduje parná turbína alebo piestový motor, kondenzátor a napájacie čerpadlo. Vzhľadom na priebeh kondenzačnej krivky pracovných médií použitých v ORC procese sa vo väčšine zariadení využíva možnosť regeneratívneho ohrevu z výstupu turbíny.

Pri výbere pracovného média je okrem technologických požiadaviek potrebné zohľadniť požiadavky na ochranu životného prostredia. Tieto média nesmú byť horľavé a ani toxické.

Zariadenia pracujúce na energetickom využití biomasy s inštalovaným výkonom od 50kW do 2,5MW dosahujú účinnosť výroby elektriny 8 až 10%.

Okrem organických látok je možné použiť aj niektoré anorganické látky (AORC proces). Prehľad možných pracovných médií a ich parametre porovnané s vodou je uvedený v tabuľke 3.

<i>Látka</i>	<i>Chem. vzorec</i>	<i>Kritická teplota [°C]</i>	<i>Kritický tlak [MPa]</i>	<i>Max. prípustná teplota [°C]</i>	<i>Špecifický objem sýtych pár pri 30°C [m³.kg⁻¹]</i>
toluol	C ₆ H ₅ CH ₃	318,6	4,06	350	5,00
fluorinol 100	CF ₃ CH ₂ OH	226,7	4,93	320	0,20
izobután	CH(CH ₃) ₃	135,0	3,65	250	0,10
R114	C ₂ Cl ₂ F ₄	145,7	3,26	200	0,05
R12	CCl ₂ F ₂	112,0	4,16	150	0,02
R11	CCl ₃ F	198,0	4,40	130	0,13
R113	C ₂ Cl ₃ F ₃	214,1	3,41	130	0,24
amoniak	NH ₃	132,4	11,3	200	0,11
voda	H ₂ O	374,2	22,12	550	33

Tab. 3: Údaje pre organické a anorganické pracovné látky použiteľné v procese ORC/AORC

3.3 Biochemická premena biomasy

Biochemické spracovanie organických látok (biomasy) môže prebiehať ako metánové kvasenie (fermentácia) alebo ako etanolové kvasenie, popr. ako výroba bionafty.

Metánové kvasenie je proces, pri ktorom anaeróbne baktérie rozkladajú za neprítomnosti vzduchu vyššie uhľovodíky na metán CH_4 a oxid uhličitý CO_2 . Energetická bilancia ukazuje, že asi 90% energie sa uvoľňuje ako chemická energia metánu, zbytok sa uvoľňuje v priebehu chemickej reakcie ako teplo. Metán, známy v tomto prípade ako bioplyn, sa používa ako palivo. Dôležitou veličinou pri výrobe bioplynu je teplota fermentácie. Podľa druhu baktérií môže proces fermentácie prebiehať pri 10 až 20 °C, 20 až 40 °C alebo medzi 50 až 55 °C (najväčší výtťažok bioplynu). Výroba bioplynu prebieha prakticky tak, že sa exkrementy hospodárskych zvierat prečerpávajú do fermentačných nádrží, kde sa udržiava vhodná teplota a prebieha fermentácia. Pre zahrievanie fermentačných nádrží sa spotrebuje 30 až 80 % energie vyrobeného z bioplynu (podľa akosti izolácie nádrží). Vzniknutý bioplyn sa z nádrží odvádza čistý (väčšinou sa zachycujú prachové častice a síra) a privádza sa k spotrebiču (plynový motor, kotol). Priemerná produkcia exkrementov a výtťažnosť bioplynu je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

<i>Druh zvierat'a</i>	<i>Produkcia exkrementov [kg/d]</i>	<i>Výtťažnosť bioplynu [m³/d]</i>
dojnica (550 kg)	60	1,7
jalovica (330 kg)	35	0,9
teľa (100 kg)	13	0,3
prasnica (170 kg)	14	0,3
prasiatko (10 kg)	3	0,1
nosnica (2,2 kg)	0,2	0,016

Tab.4: Produkcia exkrementov a výtťažnosť bioplynu (orientační hodnoty)

Fyzikálno - chemické vlastnosti bioplynu vyrobeného anaeróbnou fermentáciou exkrementov hospodárskych zvierat bežne kolísajú v rozpätí hodnôt:

výhrevnosť	20 - 24 MJ/m ³ (n)
metán CH_4	60 - 66 % obj.
CO_2	33 - 39 % obj.
sírovodík H_2S	0,1 - 0,4 % obj.

Nevýhodou výroby bioplynu sú pomerne vysoké investičné náklady na vybudovanie výrobného zariadenia.

Etanолоvé kvasenie spočíva vo fermentácii rastlinných látok obsahujúcich škrob, cukry a buničinu pomocou kvasiniek alebo baktérií, pričom vzniká etanol. Uvedený postup je základom výroby liehu v liehovaroch. Vo väčších liehovaroch sa ako vstupná surovina používa melasa z cukrovarov, zatiaľ čo väčšina malých liehovarov využíva obilie a zemiaky. Etanol možno používať ako palivo alebo ako prísadu do paliva pre spaľovacie motory. Bioetanol môže byť spracovaný (odvodnením) na etyltercbutyléter (ETBE), ktorý má niektoré výhodné vlastnosti, napr. je možné ho použiť ako antidetonačnú prísadu do benzínu.

Výroba bionafty (repkového metylesteru - RME) sa vo väčšine prípadov vykonáva takmer výlučne z repkového oleja. Tento sa esterifikuje a konečným produktom je glycerín (glycerol), bionafta - metylester a metylester pre viackomponentnú bionaftu. Z 1000 t repky je možné približne získať 300 t RME, 80 t surového glycerolu a asi 620 t repkových výliskov pre krmne zmesi. Repkový metylester je palivo, ktoré, možno spaľovať v dieselových motoroch podobne ako motorovú naftu (na rozdiel od repkového oleja, ktorý je možné spaľovať iba vo vhodných alebo prispôsobených motoroch). Výhodou RME je vysoká objemová výhrevnosť, nižšia dymivosť motoru, nižšia koncentrácia SO₂ v spalinách, čiže environmentálne výhodné vlastnosti. Porovnanie niektorých charakteristík klasických pohonných látok s biopalivami je uvedené v tab. 5.

<i>vlastnosť</i>	<i>olovnatý benzín</i>	<i>motorová nafta</i>	<i>etanol</i>	<i>repkový olej</i>	<i>RME</i>	<i>ETBE</i>
výhrevnosť [MJ/kg]	42,7	42,5	29,4	37,6	37,2	36,0
výhrevnosť [MJ/l]	32,5	34,9	23,2	34,2	32,7	26,6
merná hmotnosť [kg/l]	0,76	0,82	0,79	0,91	0,88	0,74
oktánové číslo [MON]	85	-	97	-	-	102
obsah bioetanolu [%]	0	0	100	0	%	45

Tab. 5: Vlastnosti pohonných látok

4. Možnosti využitia biomasy Liptova a Oravy

Rastlinná a živočíšna biomasa

Lesná biomasa

Podľa dostupných zdrojov je ročne na Slovensku po zohľadnení biologických a technologických obmedzení k dispozícii cca. 370 tis. m³ lesnej biomasy. Značná časť zásob sa nachádza aj v oblasti Liptova a Oravy (odhad cca. 13 tis. m³ využiteľnej biomasy).

Biomasa z malých a stredných drevospracujúcich podnikov

Ročný potenciál Slovenska v predmetnej oblasti predstavuje cca. 950 tis. ton vo forme kusových odpadov a pilín. Oblasť Liptova a Oravy predstavuje v tejto branži v súčasnosti značný potenciál (odhad cca. 100 tis. ton využiteľnej biomasy) s dobrou perspektívou rozvoja do budúcnosti.

Poľnohospodárska rastlinná biomasa

Aj napriek vysokému potenciálu tohto druhu biomasy na Slovensku (2,4 mil. ton) oblasť Oravy a Liptova najmä z hľadiska poveternostných podmienok nie je pre využívanie tohto typu biomasy vhodná.

Pestovanie energetických porastov

V lesníckom výskumnom ústave vo Zvolene bola vypracovaná rajonizácia Slovenska z hľadiska možnosti zakladania energetických porastov. Pri rozhodovaní o využívaní tohto druhu biomasy je bezpodmienečne nutné využitie výsledkov predmetnej štúdie.

Živočíšna biomasa

Kapacita živočíšnej biomasy je určené množstvom chovaných úžitkových zvierat v predmetnom regióne. Pri tomto druhu biomasy si je potrebné uvedomiť, že ekonomika jej využívania je značne závislá na kapacite výrobného zariadenia.

Využitie biomasy

Priame spaľovanie v kotloch - výroba tepla

Predmetná technológia je vhodná ako pre malé výkony zdrojov tak aj pre výkony radovo desiatky MW. Konkurencieschopnosť je pri priamom spaľovaní v porovnaní s dnešnou cenou ZPN porovnateľná a pri predpokladanom zvýšení cien ZPN bude na dobrej úrovni.

Pyrolýza, splyňovanie, skvapalňovanie - následné spaľovanie v plynových turbínach (spaľovacích motoroch) - kombinovaná výroba tepla a elektriny resp. spaľovacie motory v doprave

Technológia je vhodná pre širokú škálu výkonov ako pre kombinovanú výrobu tak aj pre výrobu plynu ako paliva pre spaľovacie motory. Je si ale potrebné uvedomiť vysokú cenu takto získanej energie resp. paliva podmienenú enormne vysokými investičnými prostriedkami.

Využitie bioplynu zo živočíšnej biomasy - následné spaľovanie v plynových turbínach (spaľovacích motoroch) - kombinovaná výroba tepla a elektriny resp. spaľovacie motory v doprave

Technológia je vhodná len pri veľkých koncentráciách biomasy, čiže je spojená s náročným transportom biomasy do centra, otázkou potom ostáva využitie energie v mieste jej premeny.

5. Doporučený postup pri rozhodovaní o využití biomasy

- ◆ zodpovedné zistenie možných kapacít jednotlivých druhov biomasy v danej lokalite,
- ◆ zistenie potrieb konečných produktov využitia biomasy,
- ◆ zistenie prekrytia lokality výskytu biomasy s lokalitou využitia konečného produktu,
- ◆ zváženie dovozu biomasy do miesta spracovania,
- ◆ výber miesta spracovania biomasy,
- ◆ posúdenie jednotlivých možných technológií spracovania biomasy,
- ◆ výber technológie,
- ◆ výpočet ekonomickej návratnosti projektu,
- ◆ rozhodnutie o realizácii alebo zamietnutí projektu.

Konkretizovaný postup pri návrhu technológie na výrobu tepla spaľovaním biomasy

Základné faktory ovplyvňujúce návrh technológie:

- ◆ maximálny potrebný výkon zdroja tepla,
- ◆ predpokladaný časový priebeh potreby tepla,
- ◆ požiadavka na teplotnosné médium (druh, parametre),
- ◆ potreba výkonovej rezervy zdroja,
- ◆ možnosti použitia náhradného paliva,
- ◆ množstvo a kvalita biomasy, spoľahlivosť dlhodobých dodávok disponibilnej palivovej biomasy,
- ◆ ekonomické hodnotenie disponibilných zdrojov palivovej biomasy,
- ◆ priestorové možnosti umiestnenia technológie,
- ◆ skladovanie paliva,
- ◆ zabezpečenie kvalifikovanej obsluhy technológie a riadenia prevádzky kotolne,
- ◆ konkurencieschopnosť použitia iného paliva,
- ◆ ekologické aspekty prevádzky,
- ◆ komplexná predprojektová príprava realizácie predmetného zdroja.

Pri samotnom výbere technológie je potrebné rešpektovať najmä tieto základné zásady:

- ◆ definovať vlhkosť a zrnitosť disponibilnej biomasy, v prípade externých zdrojov definovať kvalitu alternatívneho zdroja paliva, vyhodnotiť cenu a náklady,
- ◆ v prípade vlastnej prípravy biomasy (napr. štiepkovanie) vyhodnotiť jej nákladovosť,
- ◆ definovať spôsob dopravy biomasy
- ◆ dopravné trasy a zásobníky paliva prispôbiť typu a zrnitosti paliva,
- ◆ kapacitu zásobníka voliť tak, aby postačovalo aspoň na 48 hodinovú prevádzku na menovitý výkon,
- ◆ konštrukcia kotla musí vyhovovať najnepriaznivejšiemu používanému palivu,
- ◆ garancia dodržania emisných limitov aj pri najmenej priaznivom zložení používaného paliva,
- ◆ správne výkonové dimenzovanie kotlových jednotiek vrátane výkonovej rezervy,

- ◆ obmedzenie potreby ľudskej práce,
- ◆ definovanie spôsobu riadenia prevádzky,
- ◆ nasadenie vhodného riadiaceho systému.