

# BIOMASA A JEJ VYUŽITIE NA SLOVENSKU

2021

## OBSAH

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                       | 3  |
| 1. Čo je biomasa a ako vzniká?.....             | 3  |
| 2. Biomasa ako palivo .....                     | 4  |
| 2.1. Energetický obsah (výhrevnosť) .....       | 6  |
| 2.2. Využitelná energia z biomasy .....         | 7  |
| 3. Možnosti využitia biomasy na Slovensku ..... | 11 |
| Záver.....                                      | 12 |
| <i>Zoznam použitej literatúry</i> .....         | 13 |

## Úvod

Prioritou celosvetovej energetiky je čo najčistejšia výroba využiteľných foriem energie. Aj preto sa do popredia dostávajú obnoviteľné zdroje energie, ktoré predstavujú budúcnosť ľudstva. Tie zahŕňajú veternú, slnečnú, vodnú, prílivovú či geotermálnu energiu, ale aj biopalivá a obnoviteľnú časť odpadu. Biomasa v našich podmienkach predstavuje vôbec najvýznamnejší obnoviteľný zdroj energie.

Slama, ktorá hnie na poliach, spaľuje sa, alebo sa vyváža do Rakúska, hnoj, ktorý sa používa na hnojenie bez toho, že by bol predtým využitý jeho energetický potenciál v podobe bioplynu, nevyužitý odpad v drevospracujúcom priemysle, hektáre znehodnotenej poľnohospodárskej pôdy. To všetko predstavuje veľký potenciál čistého lokálneho a ekonomického zdroja energie. Na Slovensku je využitie biomasy perspektívne najmä preto, že vo väčšine prípadov sa jedná o využitie hmoty, ktorá by inak bola iba bezcenným odpadom, za ktorého likvidáciu treba, samozrejme, platiť.

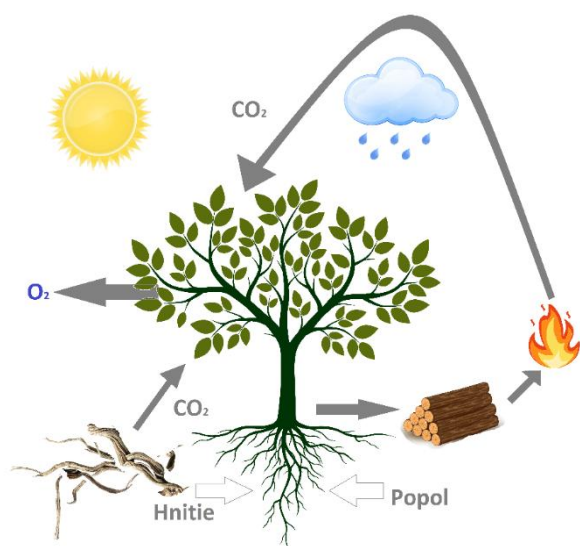
To, že biomasu možno veľmi efektívne využiť ako zdroj na výrobu tepla a elektriny, je známe už veľmi dlho. V dobách minulých ale tento obnoviteľný zdroj nebolo možné kvôli nedostatku vhodných technológií použiť len tak jednoducho. Dnes sú však k dispozícii technológie, ktoré umožňujú z biomasy získavať aj elektrinu, prípadne biomasu premieňať na materiály s vysokou energetickou hustotou a čistotou. V budúcnosti sa u nás dá predpokladať zvýšený záujem práve o biomasu, keďže jej nevyužitý technický potenciál spomedzi ostatných zdrojov obnoviteľnej energie je vôbec ten najväčší.

### 1. Čo je biomasa a ako vzniká?

Podľa smernice európskeho parlamentu a rady č. 2003/30/ES: „biomasa“ znamená biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu.

Biomasu tvorí všetka organická hmotu na našej planéte, ktorá sa podieľa na kolobehu živín v biosfére. Sú to telá organizmov, teda živočíchov, rastlín, baktérií či húb. Z hľadiska obnoviteľného zdroja energie je dôležitá tá biomasa, ktorá je patrične energeticky využiteľná, je to biologicky rozložiteľná zložka výrobku alebo zvyšku rastlinných a živočíšnych látok z poľnohospodárstva, lesníctva alebo biologicky rozložiteľná zložka priemyselného a komunálneho odpadu.

Je to súčasne jeden z najuniverzálnejších a najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi. Za úplne najvhodnejšie organizmy sú považované rastliny. Tie sú totiž schopné využívať slnečné žiarenie k fotosyntéze, pri ktorej sú využité jednoduché anorganické látky (oxid uhličitý a voda) k tvorbe energeticky bohatých zlúčenín (cukry). V rastlinách je akumulovaná chemicky zakonzervovaná energia slnečného žiarenia. Táto akumulácia sa vyznačuje pomerne nízkou účinnosťou, na druhú stranu je dlhodobá, pričom straty sú takmer nulové. Pri spaľovaní biomasy opätovne získavame energiu uskladnenú v chemických väzbách. Kyslík zo vzduchu sa spája s uhlíkom v rastline, pričom vzniká oxid uhličitý a voda. Proces je cyklicky uzatvorený, pretože vznikajúci oxid uhličitý je vstupnou látkou pre novú biomasu.



Okrem toho, že poskytuje výživu, používa sa ako stavebný materiál, vyrába sa z nej papier, lieky alebo chemikálie, je tiež výborným palivom. Biomasa sa ako palivový zdroj využíva od objavenia ohňa. Jej výhodou je, že ponúka nielen veľkú rôznorodosť vstupných surovín, ale aj univerzálne využitie v energetike.

Je ju možné využiť nielen na výrobu tepla ale aj na výrobu elektriny v moderných spaľovacích zariadeniach. Kvapalné a plyné formy biomasy (etanol, metanol, drevoplyn, bioplyn) je tiež možné použiť na pohon motorových vozidiel.

Obr. č. 1: CO<sub>2</sub> cyklus pri využívaní biomasy

Dnes sa však často považuje za nízko kvalitné palivo a v mnohých krajinách sa ani neobjavuje v energetických štatistikách.

| <b>Biomasa</b>                                          |                   |
|---------------------------------------------------------|-------------------|
| Celková hmota na Zemi (vrátane vlhkosti)                | 2 000 miliárd ton |
| Hmotnosť rastlín na súši                                | 1 800 miliárd ton |
| Hmotnosť lesov na Zemi                                  | 1 600 miliárd ton |
| Hmotnosť biomasy na jedného obyvateľa Zeme              | 400 ton           |
| Energia uskladnená v biomase na súši                    | 400 miliárd ton   |
| Ročný prírastok energie uskladnenej v biomase na súši   | 3 000 EJ/rok      |
| Celková spotreba všetkých foriem energie na Zemi za rok | 400 EJ/rok        |
| Spotreba energie biomasy                                | 55 EJ/rok         |

1 EJ (exajoule) = 280 (terawatthodín)

Tab. č. 1: Potenciál biomasy

## 2. Biomasa ako palivo

Na rozdiel od dreva, ktoré sa od nepamäti využíva na varenie i kúrenie, v ostatných niekoľkých storočiach ľudstvo využíva hlavne fosílnu formu biomasy - uhlie. Toto palivo vzniklo ako výsledok veľmi pomalých chemických procesov, ktoré menili polyméry cukrov na chemickú zložku, ktorá nahradila lignín. Tým sa dodatočné chemické väzby uhlí stali koncentrovaným

zdrojom energie. Všetky fosílné palivá, ktoré dnes spotrebávame (uhlie, ropa, zemný plyn) sú v podstate pradávnu biomasou. Počas miliónov rokov sa prírodnými procesmi dostala pôvodná biomasa pod zem, kde sa postupne menila na tieto palivá. Hoci fosílné palivá obsahujú rovnaké stavebné prvky (uhlíka a vodík) ako čerstvá biomasa, nie sú považované za zdroje obnoviteľné, pretože ich vznik trval tak dlhú dobu.

Z hľadiska vplyvu na životné prostredie je veľký rozdiel medzi fosílnou a obnoviteľnou (čerstvou) biomasou. Pri fosílnych palivách dochádza k ovplyvňovaniu životného prostredia tým, že pri ich spálení sa do atmosféry dostávajú látky, ktoré boli po mnoho milión rokov uložené pod zemským povrchom. Na rozdiel od nich je spaľovanie čerstvej biomasy z hľadiska emisií skleníkových plynov neutrálne.

Ekonomický rozvoj vidieka tak v rozvojových ako aj v rozvinutých krajinách je jednou z hlavných výhod používania biomasy ako zdroja energie. Výsledkom prechodu na produkciu biopalív býva zvýšenie príjmov poľnohospodárov, diverzifikácia poľnohospodárskej produkcie, revitalizácia pôdy, znižovanie emisií z energetiky, znižovanie nadprodukcie potravín a odbúravanie dotácií napr. za neobrábanie pôdy. Zvyšovanie príjmov vedie aj k ďalším - nepriamym výhodám - ako je napr. oživenie miestneho hospodárstva. Táto skutočnosť môže v konečnom dôsledku viesť k obmedzeniu migrácie obyvateľstva z vidieka do miest, čo je vážny problém v mnohých krajinách sveta. Tvorba nových pracovných príležitostí pri využívaní biomasy (zber, spracovanie a využitie) a priemyselný rozvoj viažuci sa na vývoj technológií môže byť obrovský.

EÚ už niekoľko rokov pracuje na reforme poľnohospodárstva a efektívnejšom využívaní pôdy. Európske poľnohospodárstvo dnes spočíva na obmedzenom počte plodín určených na obživu ľudí a zvierat, ktoré sú v súčasnosti veľmi silne dotované. Navyše pokles cien týchto plodín vedie k nízkym a často veľmi nestálym príjmom poľnohospodárov v mnohých európskych krajinách. Prechod na pestovanie tzv. technických surovín sa často uvádza ako jedno z dôležitých riešení problémov poľnohospodárstva. Pestovanie nových plodín môže otvoriť nové trhy a efektívne využiť pôdny fond, ktorý je v súčasnosti málo využitý.

Z pohľadu znižovania emisií skleníkových vplyvov a klimatických zmien majú všetky biotechnológie mimoriadny význam. Nielen rastliny, ktoré počas svojho rastu absorbujú z atmosféry CO<sub>2</sub>, ale aj využívanie bioplynu pozostávajúceho hlavne z metánu (CH<sub>4</sub>), zo skládok odpadu alebo hnojovice, významne prispievajú k znižovaniu emisií. Metán má v atmosfére až 20 násobne vyšší účinok na uvedený jav ako CO<sub>2</sub>.

Z hľadiska znižovania emisií síry a obmedzovania kyslého spádu (kyslé dažde) má využívanie biomasy taktiež veľký význam, nakoľko obsah síry v nej je podstatne nižší ako v prípade uhlia alebo ropy. Navyše biomasu je možné primiešavať do uhlia, a tak ďalej znižovať emisie síry v klasických elektrárnach alebo kotolniciach.

Využívanie biomasy na energetické účely poskytuje aj ďalšie ekologické výhody. Medzi najdôležitejšie patrí zlepšenie kvality lesov, vôd alebo zamedzenie erózie pôdy. Nevýhodou biomasy ako paliva je, že takmer všetky druhy surovej biomasy podliehajú v normálnych podmienkach rýchlemu rozkladu. Z tohto dôvodu len málo z nich je vhodných na dlhodobé skladovanie a vzhľadom na ich relatívne nízku energetickú hustotu sú tiež náklady na ich dopravu relatívne vysoké. V súčasnej dobe sa preto hľadajú cesty, ako čo najužitočnejšie využiť tento zdroj energie.

Z hľadiska svojej perspektívy je biomasa považovaná za kľúčový obnoviteľný zdroj energie a to tak na úrovni malých ako i veľkých technologických celkov. Už dnes sa podieľa asi 14 % na celosvetovej spotrebe primárnych energetických zdrojov. Avšak pre tri štvrtiny obyvateľstva Zeme, žijúcich prevažne v rozvojových krajinách, je najdôležitejším palivovým zdrojom.

V priemere jej podiel na spotrebe energie v týchto krajinách predstavuje asi 38% (v niektorých krajinách až 90%). Je možné predpokladať, že pri raste populácie a znižovaní rezerv fosílnych palív bude jej význam vo svete ďalej narastať.

Biomasa je významným zdrojom aj v niektorých rozvinutých krajinách. Vo Švédsku alebo v susednom Rakúsku sa podieľa asi 15 % na spotrebe energie (u nás je to menej ako 1 %). Vo Švédsku existujú plány na podstatne vyššie využívanie biomasy, ktorá by mala v budúcnosti nahradiť energiu získavanú v súčasnosti v jadrových elektrárnach. V USA je podiel biomasy na primárnych zdrojoch asi 4 %, čo je asi toľko energie, koľko sa jej získava v jadrových elektrárnach. Väčšina energie biomasy pokrýva spotrebu tepla, avšak významne sa podieľa aj na výrobe elektriny. Dnes v USA pracujú elektrárne spaľujúce biomasu s celkovým elektrickým výkonom viac ako 9000 MW. Podľa niektorých analýz neexistuje žiadna bariéra, aby podiel biomasy na spotrebe energie v USA vzrástol na viac ako 20 %. Biomasa pestovaná na poľnohospodárskej pôde by napr. dokázala bez problémov nahradiť energiu vyrábanú jadrovými reaktormi, a to i bez dôsledkov na ceny poľnohospodárskych plodín. Navyše biomasa pestovaná na výrobu etanolu by dokázala nahradiť viac ako 50 % dovážanej ropy.

### 2.1. Energetický obsah (výhrevnosť)

Vzhľadom na rôzne formy biomasy je rôzna aj energia v nej obsiahnutá. Energetický obsah suchých rastlín (obsah vlhkosti 15-20%) sa pohybuje okolo 14 MJ/kg. Úplne suchá biomasa preto môže byť z pohľadu energetického obsahu porovnávaná s uhlím, ktoré má výhrevnosť 10 až 20 MJ/kg pre hnedé uhlie a okolo 30 MJ/kg pre čierne uhlie. V čase zberu však biomasa obsahuje značné množstvo vody, ktoré sa pohybuje od 8 do 20 % pre slamu, po 30 až 60 % pre drevo. Obsah vody v hnojovici, z ktorej sa získava bioplyn je 75 až 90 % a v niektorých vodných rastlinách ako je napr. hyacint až 95 %. Na druhej strane obsah vody v uhlí sa pohybuje na úrovni 2 až 12 %. Z tohto dôvodu je energia biomasy v čase zberu zvyčajne nižšia ako v prípade uhlia. Chemické zloženie biomasy však z nej robí podstatne ekologickejšie palivo ako je uhlie. Súvisí to s tým, že biomasa má nižší obsah síry ako uhlie. Obsah popola pri spálení je tiež nižší ako v prípade uhlia, navyše tento popol neobsahuje toxické kovy a iné kontaminanty a pre jeho obsah živín je ho možné využiť ako hnojivo.

| Palivo          | Obsah vody [%] | Výhrevnosť [MJ/kg] | Výhrevnosť [kWh/kg] |
|-----------------|----------------|--------------------|---------------------|
| Drevo- dub      | 20             | 14,1               | 3,9                 |
| Drevo- smrek    | 20             | 13,8               | 3,8                 |
| Slama           | 15             | 14,3               | 4                   |
| Obilie          | 15             | 14,2               | 3,9                 |
| Repkový olej    | -              | 37,1               | 10,3                |
| Čierne uhlie    | 4              | 30,0-35,0          | 8,3                 |
| Hnedé uhlie     | 20             | 10,0-20,0          | 5,5                 |
| Vykurovací olej | -              | 42,7               | 11,9                |
| Bio metanol     | -              | 19,5               | 5,4                 |

Tab. č. 2: Obsah energie vo vybraných tuhých a kvapalných palivách

| Palivo             | Výhrevnosť<br>[MJ/m <sup>3</sup> ] | Výhrevnosť<br>[kWh/m <sup>3</sup> ] |
|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Skládkový plyn     | 16,0                               | 4,4                                 |
| Drevoplyn          | 5,0                                | 1,4                                 |
| Bioplyn z hnojnice | 22,0                               | 6,1                                 |
| Zemný plyn         | 31,7                               | 8,8                                 |
| Vodík              | 10,8                               | 3,0                                 |

Tab. č. 3: Obsah energie vo vybraných plynných palivách

## 2.2. Využitelná energia z biomasy

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

- priame spaľovanie,
- termochemické spracovanie s cieľom zvýšenia kvality biopaliva (napr. pyrolýza alebo splyňovanie),
- biologické procesy ako sú anaeróbne hnitie alebo fermentácia, ktoré vedú k produkcii plynných a kvapalných biopalív.

Bezprostredným produktom týchto procesov je teplo využívané v mieste výroby alebo v jej blízkosti. Teplo sa využíva buď priamo na výrobu tepla (teplá alebo horúca voda) alebo na výrobu pary s následným pohonom elektro-generátora a výrobou elektriny. Inými produktmi sú napr. drevné uhlie alebo kvapalné biopalivá na pohon motorových vozidiel.

### 2.2.1. Spaľovanie

Technológia priameho spaľovania biomasy je najbežnejším spôsobom jej energetického využitia. Je to metóda v praxi overená a komerčne dostupná na vysokej úrovni. Spaľovacie zariadenia sa dodávajú v rôznych prevedeniach a výkonoch, pričom sú schopné spaľovať prakticky akékoľvek palivo od dreva cez baly slamy až po slepačí trus alebo komunálny odpad. Význam má predovšetkým spaľovanie odpadového dreva a odpadov z poľnohospodárskej produkcie (slama). Vznikajúce teplo sa využíva na vykurovanie, v technologických procesoch (procesné teplo) alebo na výrobu elektrickej energie.

Spaľovací proces v dreve prebieha v nasledujúcich fázach:

Voda vo vnútri dreva začne vriť (aj veľmi staré a relatívne suché drevo obsahuje až 15% vody vo svojich bunkových štruktúrach)

Z dreva sa postupne uvoľňuje plyn, pričom pre správne spaľovanie je potrebné, aby tento plyn horel a neunikal do komína.

Vznikajúci plyn sa mieša s atmosférickým vzduchom a horí pri vysokej teplote

Zvyšok dreva (zväčša uhlík) horí tiež, pričom ako odpad vzniká popol

Ak pri horení nie je zabezpečený prívod dostatočného množstva vzduchu horenie je neúplné a vznikajúci dym obsahujúci nespálený uhlík je čierny. Tento proces je sprevádzaný aj

charakteristickým zápachom a značným množstvom usadenín v komíne, ktoré môžu hroziť znovu zapálením. Na druhej strane, ak je pri horení veľké množstvo vzduchu, klesá teplota a plyny unikajú z dreva nespálené, pričom odnášajú so sebou aj využiteľnú energiu. Správne množstvo vzduchu je preto kritické pre dokonalé horenie. Výsledkom je neprítomnosť dymu a zápachu. Regulácia prívodu vzduchu zväčša závisí na použítom komíne a ceste, ktorou sa vzduch do miesta spaľovania dostáva.

### 2.1.2 Pyrolýza

Pyrolýza je jednoduchý a pravdepodobne najstarší spôsob úpravy biomasy na palivo vyššej kvality - tzv. drevné uhlie. Na jeho výrobu je okrem dreva možné využiť aj iné suroviny napr. slamu. Pyrolýza spočíva v zohrievaní biomasy (ktorá je často rozdrvená a dodávaná do reaktora) v neprítomnosti vzduchu na teplotu 300°C – 500°C, až do doby pokiaľ všetky prchavé látky z nej neuniknú. Zvyšok - drevné uhlie je palivo, ktoré má takmer dvojnásobnú energetickú hustotu v porovnaní so vstupnou surovinou a navyše lepšie horí (horí pri vyššej teplote). V mnohých krajinách sveta sa dnes vyrába drevené uhlie pyrolýzou dreva. V závislosti na obsahu vlhkosti a účinnosti procesu je potrebných asi 4-10 ton dreva na výrobu jednej tony drevného uhlia.

Pyrolýza môže prebiehať aj v prítomnosti malého množstva vzduchu (splyňovanie), vody (parné splyňovanie) alebo vodíka (hydrogenácia). Nielen drevné uhlie, ale aj iné produkty pyrolýzy majú značný energetický význam. Moderné pyrolytické systémy sú schopné zhromažďovať prchavé produkty vznikajúce pri tomto procese. Jedným z veľmi užitočných produktov môže byť napr. metán, vhodný na výrobu elektriny v plynových turbínach. Kvapalné produkty pyrolýzy majú potenciál podobný rope avšak obsahujú niektoré kyseliny, a musia byť preto pred použitím upravené. Rýchla pyrolýza dreva pri teplote 800-900 st. Celzia vedie k produkcii len 10% drevného uhlia a až 60% materiálu sa mení na energeticky hodnotné palivo - plyn bohatý na vodík a oxid uhoľnatý. Tým sa rýchla pyrolýza stáva aj konkurentom bežnému splyňovaciemu procesu, avšak na rozdiel od splyňovania nie je v súčasnosti dostupná na komerčnej úrovni.

V súčasnosti je pyrolýza považovaná za príťažlivú technológiu. Súvisí to aj s tým, že prebieha pri relatívne nízkych teplotách, čo vedie k nižšej emisii potenciálnych škodlivín v porovnaní s úplným spaľovaním biomasy. Nižšie emisie pri tomto procese viedli aj k pokusom o pyrolýzu takých materiálov ako sú plasty alebo pneumatiky.

### 2.1.3. Splyňovanie

Základné princípy splyňovania biomasy sú známe od začiatku 19.storočia. Je to proces, pri ktorom sú produkované horľavé plyny ako vodík, oxid uhoľnatý, metán a niektoré nehorľavé produkty. Celý proces prebieha pri nedokonalom (čiastočnom) horení a ohrievaní biomasy teplom vznikajúcim pri horení. Vznikajúca zmes plynov má vysokú energetickú hodnotu a môže byť použitá ako iné plynné palivá tak pri výrobe tepla a elektriny ako aj v motorových vozidlách. Vo vozidlách však tento plyn vedie k nižšiemu výkonu motora asi o 40 %.

Splyňovanie prebieha v kotli s obmedzeným prístupom vzduchu. Nedostatok kyslíka spôsobuje nedokonalé horenie. Pri úplnom horení uhl'ovodíkov (z ktorých sa drevo skladá) sa kyslík spája s uhlíkom pričom vzniká CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. Obmedzený prístup vzduchu ešte stále umožňuje mierne

horenie, pri ktorom vzniká CO, avšak vodík sa nespája len s kyslíkom za vzniku molekuly vody, ale uvoľňuje sa ako čistý plyn - H<sub>2</sub>. Pri procese sa uvoľňujú aj iné zložky ako napr. uhlík, ktorý tvorí dym. Teplo vznikajúce pri nedokonalom spaľovaní sa využíva na to, aby sa porušovali väzby medzi uhlíkovodíkovými atómami. Vznikajúce uhlíkové a vodíkové atómy sa však spájajú s inými, pričom sa uvoľňuje teplo, ktoré udržiava celý proces bez dodávania energie zvonku. Výsledkom je vznik plynov, ktoré sa ďalej môžu spaľovať. Zloženie plynov je nasledujúce:

|                 |          |
|-----------------|----------|
| H <sub>2</sub>  | 18- 20 % |
| CO              | 18- 20 % |
| CH <sub>4</sub> | 2- 3 %   |
| CO <sub>2</sub> | 8- 10 %  |
| N <sub>2</sub>  | 47- 54 % |

Tab. č. 4: Obsah plynných zložiek po splyňovaní biomasy

V závislosti na konštrukcii splyňovacieho zariadenia je možné zvýšiť podiel produkovaného metánu alebo iných plynov. Splyňovanie je teda jednoduchý proces výroby plynných palív z tuhých palív.

#### 2.1.4. Syntetické palivá

Splyňovacie zariadenie, ktoré namiesto vzduchu používa čistý kyslík, vyrába zmes plynov skladujúcu sa hlavne z H<sub>2</sub>, CO a CO<sub>2</sub>. Výhodou tohto procesu je, že po odstránení CO<sub>2</sub> vzniká tzv. syntetický plyn, z ktorého je možné vyrobiť takmer akýkoľvek uhlíkovodík. Reakciou H<sub>2</sub> s CO je možné získať čistý metán (CH<sub>4</sub>). Iným vedľajším produktom je metanol (CH<sub>3</sub>OH), ktorý môže slúžiť ako priama náhrada za benzín v spaľovacích motoroch. Tento postup výroby metanolu je však relatívne drahý a v súčasnosti na komerčnej báze neprebíha. Technológia je overená a okrem biomasy sa môže na výrobu syntetického plynu (a následne metanolu) využívať aj uhlie.

|         | Výhrevnosť<br>[MJ/kg] | Bod varu<br>[°C] | Oktánové<br>číslo |
|---------|-----------------------|------------------|-------------------|
| Etanol  | 26,9                  | 78,3             | 106               |
| Metanol | 21,3                  | 64,5             | 105               |
| Benzín  | 43,7                  | 99,2             | 79-98             |
| Nafta   | 42,7                  | 140-360          | -                 |

Tab. č. 5: Kvapalné palivá – vybrané parametre

#### 2.1.5. Fermentácia

Fermentácia roztokov cukrov je spôsob výroby etanolu (etylalkoholu) z biomasy. Je to anaeróbny biologický proces, pri ktorom sa cukry menia pôsobením mikroorganizmov (kvasnice) na alkohol - etanol resp. metanol. Etanol je veľmi kvalitné kvapalné palivo, ktoré

podobne ako metanol je možné využiť ako náhradu za benzín v motorových vozidlách. Toto palivo je v súčasnosti vo veľkom rozsahu využívané hlavne v Brazílii. Ročne sa v tejto krajine vyrobí asi 12 miliárd litrov etanolu, ktorý využíva viac ako 5 miliónov automobilov jazdiacich na čistý etanol a približne 9 miliónov automobilov jazdiacich na zmes 20 - 22 % alkoholu a asi 80 % benzínu.

Na výrobu etanolu ale aj metanolu sa ako vhodné suroviny dajú využiť viaceré rastliny napr. obilie, zemiaky, kukurica, cukrová trstina, cukrová repa, ovocie a iné plodiny. Hodnota ktorejkoľvek vstupnej suroviny pre fermentačný proces závisí na jednoduchosti s akou je možné z nej získať cukry. Najlepšou surovinou sa ukazuje cukrová trstina resp. melasa vznikajúca po extrakcii šťavy z nej. Inými vhodnými surovinami sú zemiaky alebo obilniny. Cukry je možné vyrobiť aj z celulózy (dreva), avšak proces je komplikovanejší. Celulóza sa najskôr pomelie a potom zmieša s horúcou kyselinou. Po 30 hodinách kaša obsahuje asi 6-10 % alkoholu, ktorý je možné získať destiláciou. Vzhľadom na to, že použitá surovina sa nepremení celá na biopalivo, vznikajú pri tomto procese cenné vedľajšie produkty, ktoré môžu nahradiť bielkovinové krmivá.

Energetický obsah etanolu je asi 30 GJ/t, alebo 24 GJ/m<sup>3</sup>. Celý proces fermentácie si vyžaduje značný prísun tepla, ktoré sa zvyčajne vyrába spaľovaním rastlinných zvyškov. Hoci strata energie je pri výrobe etanolu veľká, býva zvyčajne vykompenzovaná kvalitou paliva a jeho transportovateľnosťou.

#### 2.1.6. Anaeróbne vyhnívanie

Príroda má schopnosť postarať sa o likvidáciu organických zvyškov cestou ich rozkladu. Anaeróbne hnitie podobne ako pyrolýza prebieha v prostredí bez prítomnosti vzduchu, avšak proces hnitia prebieha pomocou baktérií, kým pyrolýza pri pôsobení vysokej teploty. Hnitie organických zvyškov prebieha všade v teplom a vlhkom prostredí a dokonca aj pod vodou, kde vedie k tvorbe plynov vystupujúcich na hladinu. Keďže vznikajúce plyny sú horľavé, môže dochádzať k ich samozapáleniu.

Získavanie bioplynu z odpadov a jeho spaľovanie plynovými turbínami je proces nenáročný a technologické prvky sú bežne dostupné trhu. Nenáročnosť získavania bioplynu a jeho premeny na užitočnú energiu je evidentná aj tým, že v rozvojových krajinách ako je India alebo Čína existuje niekoľko miliónov veľmi jednoduchých rodinných zariadení, využívajúcich bioplyn len na výrobu tepla na varenie v domácnostiach.

#### 2.1.7. Výroba elektriny z biomasy

Tradičný spôsob výroby elektriny z biomasy je vo väčšine prípadov založený na jej priamom spaľovaní a výrobe pary, ktorá poháňa parnú turbínu podobne ako je to v uhľových elektrárňach. Táto technológia je dnes veľmi prepracovaná a umožňuje použitie viacerých druhov vstupných surovín. Jej nevýhodou je, že si vyžaduje relatívne vysoké investičné náklady na jednotku výkonu, celková účinnosť výroby je nízka a navyše neposkytuje možnosti ďalšieho zlepšenia.

Výroba elektriny splyňovaním biomasy je novou metódou. Namiesto priameho spaľovania biomasy sa využíva proces jej splyňovania a následného spaľovania plynu v plynovej turbíne podobne ako je to pri výrobe elektriny v elektrárňach na plyn. Výhodou tejto technológie je oveľa vyššia účinnosť, nakoľko pri splyňovaní až 65-70% energie obsiahnutej v biomase sa

premieňa na horľavý plyn. Investičné náklady na výstavbu plynových turbín sú relatívne nízke a navyše tu existujú značné možnosti zlepšovania technológie. Hoci metóda splyňovania poskytuje viacero výhod ešte nie je dostatočne rozvinutá, na to aby mohla byť bežne používaná. Pri spaľovaní plynov v motoroch alebo turbínach sa vyžaduje použitie veľmi čistého plynu. Na výrobu takéhoto plynu sú potrebné nielen dodatočné zariadenia ako sú chladiče a zmiešavacie systémy, ale aj špeciálne upravená reaktorová nádoba, čo celú technológiu značne komplikuje. Navyše technológia je dosť citlivá na použitý druh biomasy (rôzne druhy sa správajú odlišne), čo si vyžaduje vyššiu kontrolu vstupných surovín ako v iných typoch elektrární. Najlepším palivom býva drevné uhlie zbavené vlhkosti a iných prchavých látok, to však znamená osobitné zariadenie na jeho výrobu.

V najjednoduchších plynových turbínach sú horúce odpadové plyny vypúšťané priamo do ovzdušia. V moderných technológiách sú však tieto plyny využívané na výrobu tepla vo výmenníkoch, ktoré sa používa napr. na :

- vykurovanie objektov (spaľovacia turbína s regeneráciou tepla) alebo
- v prípade výroby pary
  - je ju možné vháňať späť do turbíny, čím sa zvyšuje výkon a účinnosť výroby (Steam-injected gas turbine - STIG) alebo para sa
  - použije sa na ďalšiu výrobu elektriny v parnej turbíne (Gas turbine/steam turbine combined cycle - GTCC), čo taktiež vedie k zvýšeniu celkového výkonu a účinnosti zariadenia.

Vývoj týchto technológií umožňuje aj používanie biomasy ako paliva, ktoré je dosť podobné uhlíu (Biomass integrated gasifier/gas turbines - BIG/GT). Výhodou biomasy v porovnaní s uhlím je, že sa ľahšie splyňuje a má veľmi nízky obsah síry, čo značne znižuje náklady na výrobu elektriny a dáva uvedenej technológii BIG/GT veľkú perspektívu do budúcnosti.

Od roka 2009 Slovenské elektrárne vyrábajú elektrickú energiu spoluspaľovaním biomasy v elektrárni vo Vojanoch na východnom Slovensku a od roka 2011 v elektrárni v Novákoch. Čiernouhoľný blok s výkonom 110 MW pri spoluspaľovaní biomasy vo fluidných kotloch vo Vojanoch môže ročne ušetriť približne 21 000 ton emisií oxidu uhličitého. Spoločnosť v blízkej budúcnosti zvažuje možnosť spoluspaľovania až 20 % kalorického podielu biomasy. V Novákoch sa drevná štiepka spoluspaľuje s hnedým uhlím vo fluidnom kotle na prevádzke ENO A.

### 3. Možnosti využitia biomasy na Slovensku

V nasledujúcom texte sú uvedené niektoré zásadné aspekty využívania biomasy.

#### Výhody:

- v porovnaní s fosílnymi palivami je biomasa obnoviteľným zdrojom energie,
- biomasa sa z hľadiska produkcie skleníkových plynov považuje za neutrálne palivo (množstvo vznikajúceho CO<sub>2</sub> pri spaľovaní biomasy je skoro rovnaké množstvu, ktoré sa spotrebuje pri raste biomasy),
- nízky obsah síry,
- zvyšuje nezávislosť na dovoze primárnych zdrojov energie

- z ekonomického hľadiska a z hľadiska odpadového hospodárstva je zväčša druhotnou surovinou,
- zlepšuje sociálne pomery z hľadiska zamestnanosti,
- prispieva k ochrane životného prostredia a poľnohospodárskej pôdy

#### Nevýhody:

- vplyvom spracovania a dopravy niekedy cena biomasy prevyšuje cenu fosílnych palív,
- spoľahlivosť dodávky do energetickej výroby môže byť nižšia v porovnaní s inými druhmi palív,
- sezónnosť pestovania energetických rastlín si vyžaduje skladovanie v pomerne veľkom rozsahu,
- menšia účinnosť a nižší výkon dostupných zariadení na energetické využitie biomasy v porovnaní s fosílnymi palivami
- nebezpečenstvo úniku škodlivých látok pri niektorých technológiách (prach, NOx, tuhé a kvapalné odpady)

#### Bariéry pre intenzívnejšie využívanie biomasy:

Existuje niekoľko podporných mechanizmov, avšak chýba jasné stanovenie cieľov a ich časový plán plnenia.

Nebola publikovaná relevantná štúdia, zameraná na kalkuláciu nákladov (trhové ceny) jednotlivých druhov OZE na produkciu tepla a elektriny, v spojitosti s dosiahnutím cieľového podielu OZE na národnej úrovni so zohľadnením sociálnych dopadov náhrady spaľovania fosílnych palív s biomasou.

## **Záver**

Masívne a najmä živelné využívanie biomasy na energetické účely na Slovensku však môže popri nezanedbateľných sociálnych a ekonomických prínosoch predstavovať aj značné hrozby a riziká. Medzi ne patrí napríklad neudržateľné zvyšovanie ťažby dreva z lesov na energetické využitie, „čistenie“ lesov od drevných zvyškov, nárast kamiónovej dopravy vyvolaný koncentráciou výroby paliva z biomasy na jednej strane a na strane druhej rozvozom paliva na veľké vzdialenosti, chemizácia pozemkov, na ktorých sa pestujú energetické plodiny a rýchlorastúce dreviny, „dekapitalizácia“ zaostávajúcích vidieckych oblastí s dostatkom biomasy v dôsledku jej vývozu na krytie energetických potrieb veľkých urbanizovaných celkov a podobne. Týmto ohrozeniam je možné predchádzať dodržiavaním súboru zásad, ktoré vychádzajú z princípov udržateľného a vyváženého rozvoja.

Zoznam použitej literatúry

<https://www.greenlogy.com/blog/biomasa-na-slovensku-obnovitelny-zdroj-energie-s-najvacsim-potencialom>  
<https://www.minzp.sk/klima/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa/>  
<https://www.inforse.org/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html>  
<https://energoportal.org/obnovitelne-zdroje/energia-z-biomasy>  
<https://www.energie-portal.sk/Dokument/voda-slnko-ci-biomasa-studia-odhalila-ktore-oze-maju-na-slovensku-najvacsi-potencial-104940.aspx>  
<https://oze.tzb-info.cz/biomasa/3983-potencial-vyuzitia-biomasy-na-slovensku>  
<https://cepa.priateliazeme.sk/nas-archiv/spravy/702-uelne-a-efektivne-vyuivanie-biomasy-na-slovensku>  
<http://www.slpk.sk/eldo/2012/zborniky/003-12/zentkova.pdf>  
<https://nasepole.sk/konverzia-rastlinnej-biomasy-na-energiu/>  
<http://www.oze.stuba.sk/oze/energia-z-biomasy/>  
<https://zivotpouhli.sk/novinky/item/325-ne-udrzatelnost-biomasy-a-zemneho-plynu-v-energetike-na-slovensku>  
Akčný plán využitia biomasy- MP SR  
<https://www.intechopen.com/books/green-energy-and-environment/energy-potential-of-biomass-sources-in-slovakia>  
<https://www.seas.sk/biomass>  
<https://www.seas.sk/elektrarne-vojany>  
Smernica 2001/77/ES Európskeho parlamentu a rady, [online] Publikované 27.01.2001, Dostupné z  
[http://aprox.government.gov.sk/iap/regtrans.nsf/b58c0b72ad9dc5e1c1256a31003a4dfa/dde51ec5b37d6655c1256c4d0049fb7f/\\$FILE/32001L0077,TM.doc](http://aprox.government.gov.sk/iap/regtrans.nsf/b58c0b72ad9dc5e1c1256a31003a4dfa/dde51ec5b37d6655c1256c4d0049fb7f/$FILE/32001L0077,TM.doc)  
<https://euractiv.sk/section/energetika/news/spalovat-drevo-pre-splnenie-europskych-cielov-nie-je-riesenie-varuju-odbornici/>