

# Úloha bioplynu v energetice, silná a slabá místa

Tento příspěvek je v rámci série článků o možnostech uplatnění biotechnologie v energetice vstupem do oblasti poměrně známé, ovšem rovněž velmi atraktivní ve vztahu k řešení problémů, zvyšování efektivity produkce a dalších alternativních postupů a spojení. V budoucnu bude bezpochyby věnován větší prostor těmto specifickým oblastem, tímto textem by mělo být jakémukoliv čtenáři přiblíženo srozumitelně téma bioplynu v základních souvislostech, termínech a vysvětlení v komplexní podobě biologicko-technického hlediska, se stručným komentářem s přesahem k ekonomickým souvislostem (viz SWOT analýza v závěru).

V rámci různých energetických mixů si svou nezpochybnitelnou pozici vypracovala produkce bioplynu a jeho následná přeměna do elektrické energie a využití vznikajícího odpadního tepla. Tento koncept není pouze energetickou aplikací, ale ukázkou velmi účinné mezioborové kooperace. V tomto případě se průnik týká oblasti odpadového managementu (tzv. biologicky rozložitelné odpady) a produkce elektrické energie a tepla. Právě díky uvedenému propojení přispívají bioplynové stanice v mnoha případech k částečné energetické soběstačnosti producentů touto cestou rozložitelných odpadů – konkrétně zemědělci a některé čistírny odpadních vod. Za výhodu bioplynové stanice může být považován také do jisté míry bezodpadový charakter procesu, neboť nevyužitý podíl (digestát – pevný odpad a fugát – kapalný zbytek) lze uplatnit v hospodaření s půdou, splní-li se legislativně dané požadavky o jeho kvalitě.

## Základní princip

Principem produkce bioplynu je využití několika skupin mikroorganismů, které v rámci procesů mají poměrně jasně definovanou úlohu a pozici. Výroba bioplynu se odehrává za podmínek bez přístupu vzduchu (kyslíku) v tzv. fermentoru (obr. 1). Jedná se o anaerobní procesy, neboť kyslík je nejsilnějším inhibátorem, vedle amoniaku a sulfanu, jejichž přítomnost lze vhodně usměrnit bez zásadního dopadu na technologické postupy. Mikroorganismy zapojené do tzv. anaerobní digesce (synonymum pro produkci bioplynu) nejsou jenom bakterie, ale rovněž pozoruhodná skupina tzv. Archea (vlastní producent metanu), což je vývojová větev mikroorganismů s odlišnými schopnostmi a konstrukcí buněčného těla.

Tyto mikroorganismy byly popsány teprve v roce 1977 a zjistilo se, že na Zemi jsou přítomny kolem 3,5 miliardy let. Skupinu tvoří tzv. extrémofilní organismy, což je odvozeno od velmi nestandardních podmínek jejich výskytu (vysoká hodnota hydrostatického tlaku, teplota, salinita apod.) Stále se objevují nové možnosti jejich technologického využití nejenom produkcí velmi pozoruhodných biologicky aktivních látek, ale také v procesech hledání alternativních energetických cest (vodíku, tvorba syngasu).

## Rozdělení mikroorganismů

Teorie rozděluje mikroorganismy spojené s produkcí bioplynu do čtyř skupin. Toto členění koreluje se změnami v ose vstupní surovina – meziproducty (octová kyselina, oxid uhličitý, vodík) – bioplyn jako směs s dominancí methanu. Surovinami pro výrobu bioplynu bývají nejčastěji



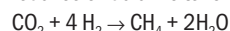
Obr. 1 – Fermentor bioplynové stanice Nový Dvůr (1 970 m<sup>3</sup>, možná roční produkce 4 GWh, zdroj: EPS, s.r.o.)

organické látky typu bílkoviny, lipidy a polysacharidy. Jedná se o biologické makromolekuly (strukturmě složitě látky), které je nutné rozložit na molekuly jednoduché (např. těkavé mastné kyseliny, jiné organické kyseliny, vodík, oxid uhličitý apod.), z nichž může být methan, potažmo biovodík vyroben. Zaměříme nyní pozornost na vstupní část procesu anaerobní digesce.

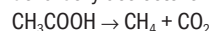
Komplexní molekuly a polymery musí být rozkládány a nejčastěji se tak hydrolytickou aktivitou konkrétních bakteriálních skupin (hydrolytické bakterie) přeměňují na látky jednodušší, které mohou zpracovávat další skupiny mikroorganismů. Vzniklou směs využívají tzv. acidogenní bakterie, které procesem fermentace připravují zásobu organických a mastných kyselin, alkoholů, oxidu uhličitého a vodíku. Zároveň navozují ještě vhodnější podmínky pro další skupiny zapojené v tzv. syntrofním řetězci. Třetí skupinou jsou bakterie acetogenní, které z uvedených látek produkuje směs octové kyseliny a zvyšují koncentraci vodíku a oxidu uhličitého, čímž vytváří optimální růstové a produkční podmínky pro poslední, čtvrtou skupinu mikroorganismů... Tou jsou tzv. methanogenní Archea. Tyto mikroorganismy obvykle dvěma způsoby s různými alternacemi buď redukuje oxid uhličitý pomocí vodíku na methan (vodík je pro ně zdrojem elektronů) nebo tzv. dekarboxylují octovou kyselinu (uvolňují z její molekuly oxid uhličitý), čímž vzniká opět methan. Vyprodukovaný oxid uhličitý dále nalézá uplatnění v prvním typu methanogenních procesů (v redukcii oxidu

uhličitého). Pro jednoduchost a názornost jsou uvedeny dvě chemické rovnice, které výše popsané procesy dobře vystihují:

redukce oxidu uhličitého vodíkem:



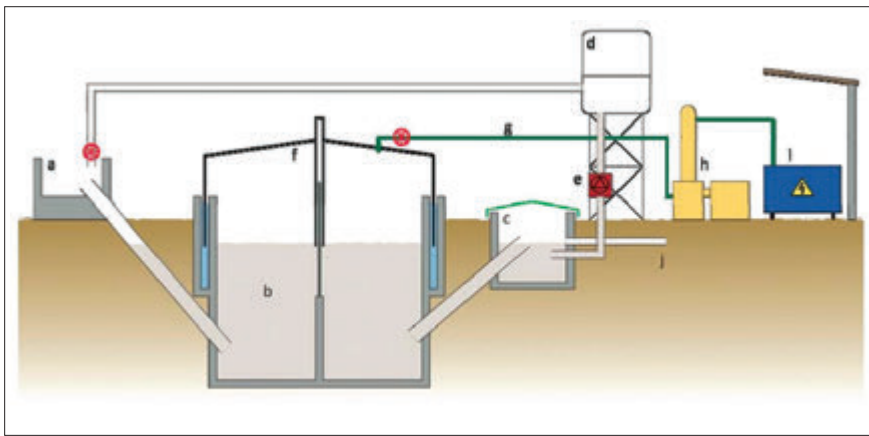
dekarboxylace octové kyseliny:



Právě vzniklý methan je předmětem následné kogenerace elektrické energie a tepla. Výhřevnost metanu je asi 50 MJ/kg, resp. 33,8 MJ/m<sup>3</sup>. V bioplynu bývá běžně 55 až 65 % metanu, přičemž za minimální koncentraci se považuje 50 %. Procenta jsou objemová. Pokročilejšími technologickými postupy a zejména volbou vhodné surovinové základny (převaha živočišných produktů – kejda) se lze dostat až na hodnoty 75 % zastoupení metanu v bioplynu. Kogenerace se obvykle odehrává v diesellových motorech, pro jejichž správný chod je potřeba malá dávka nafty do vstupujícího proudu bioplynu. Celé technologické schéma je znázorněno na následující ilustraci (obr. 2).

## Kvalita bioplynu

Kvalita bioplynu je nezanedbatelným faktorem, neboť vyšší obsahy sulfanu přispívají k rychlé korozi kogeneračních systémů a zvyšují náklady spojené s opravami a spotřebou mazacích olejů. Podobně amoniak, který v nepříjemně vysokých koncentracích inhibuje methanogenezi jako



Obr. 2 – Schéma bioplynové stanice (a – dávkování, b – fermentor, c, d – shromažďování a skladování fugátu, e – čerpadlo, f – skladování bioplynu, g – distribuce bioplynu, h – čistící jednotka, i – kogenerace – zjednodušeno. zdroj: www.sswm.info)

biologický proces a má i řadu vedlejších negativních projevů. Problematický je i vyšší obsah vody. Všechna zmíněná témata se velmi intenzivně potkávají s problémy v podobě v podobě identifikovaných výzkumně-vývojových potřeb a zavádají vzniku celé řadě inovačních projektů nejenom procesních, ale i z hlediska technických řešení.

Konkrétně eliminace sulfanu biotechnologickou cestou bude bezpochyby uvedena v samostatném příspěvku, který využije fakta a nové poznatky výzkumně-vývojového projektu mezi EPS, s.r.o. a Vysokou školou chemicko-technologickou (projekt podpořený programem TIP, Ministerstva průmyslu a obchodu, FR-TI1/327) s výstupem v podobě odsiřovacího biofiltru pro bioplynové stanice. Jeho podstatou je vytvoření systému umožňující činnost bakterií, které sulfan oxidují do podoby síranu a eliminují ho z proudu takto čištěného bioplynu. Jedná se o alternativu k nebiologickým postupům založených na sorbentech a membránových technologiích. Odvodnění bioplynu, resp. jeho další čištění je opět velmi rozsáhlé a technologicky náročné téma, které zasluhuje mnohem více pozornosti. Týká se tzv. umělého zemního plynu neboli biomethanu, který zvláště v Německu sílí na energetickém trhu a stává se vítanou alternativou.

#### Analýza pro a proti

Jednoduchá SWOT analýza bioplynu a jeho produkce může být popsána následujícím

způsobem. Silnou stránkou procesu je v rámci lokálního (decentralizovaného) pojetí komplexnost řešení v podobě efektivní cirkulace biologicky rozložitelné hmoty s energetickým a tepelným profitem, jinými slovy posilování energetické soběstačnosti, dále role aktivního prvku v trvalé udržitelnosti, snižování zátěže skládkovacích kapacit, inovativnost pro konvenční živočišnou i rostlinou produkci (zemědělcí), využití levného odpadního tepla a úspora s tím spojených nákladů zejména v zimních měsících a konečně i určitý příspěvek k redukcí skleníkových plynů, což je však závislé na úhlu pohledu a kalkulaci v objektivních parametrech.

Slabou stránkou je závislost na odpadních produktech živočišné výroby, které jsou pro optimální funkci bioplynové jednotky nezbytné, dále provozní nehody, které při nedodržení správných postupů mohou být příčinou i poměrně velkých katastrof (Daugendorf v Německu, 2007), rostoucí vzácnost surovinové základny a z ní vyplývající závislost na jejich producentech, slabinou je i decentralizovanost jednotek z hlediska tvorby vhodných surovinových a energetických sítí, která způsobuje omezení zejména pro velkoproducenty, a v neposlední řadě i obtížná možnost transportu velkých objemů bioplynu jak technicky, tak ekonomicky.

Nabízí se využití bioplynu jako biopaliva, pozitivní efekt zejména na malá sídla jak v rovině

efektivnějšího zpracování odpadů, tak i v úlevě energetické závislosti, přínos v optimalizaci tzv. uhlíkové stopy, dále pozitivní vnímání veřejnosti za předpokladu dobře vytvářených PR aktivit. Příležitostí je i modulový charakter bioplynové jednotky, který může vést k jejímu začlenění do komplexních systémů (např. levný zdroj energie a tepla pro pěstování skleníkových plodin nebo produkci řasové biomasy), nicméně tato oblast trpí stále deficitem v know-how a je otevřena výzvou pro další aplikovaný výzkum a experimentální vývoj.

Velkou příležitostí může být v blízké budoucnosti pokrok v čištění a odvodňování bioplynu, jehož výsledkem je umělý zemní plyn (biomethan), který může vstupovat do existující infrastruktury pro distribuci zemního plynu (viz např. obří bioplynová stanice pro produkci biomethanu v Güstrow, Mecklenburg-Vorpommern). Hrozbou jednoznačně zůstává slabá síla čelit konkurenčním energetickým zdrojům, které jsou stále významně v převažujícím konvenčním chápání, dále ekonomická hrozba determinovaná již zmíněným převažujícím charakterem lokálních, menších zdrojů, což umenšuje za stávající situace velké investiční projekty a atraktivitu pro investory.

#### Čísla, fakta...

Česká bioplynová agentura uvedla, že aktuální počet bioplynových elektráren je 342 (k 30. červnu 2012), což představuje instalovaný výkon 244,461 MW a výroba elektřiny v aktuálním roce dosahuje 639,6 GWh. Podíl bioplynu na OZE má hodnotu 13,7 %. Největším producentem bioplynu je Německo, kde je provozováno 5 905 bioplynových stanic, ovšem s nižším podílem na celkových zdrojích OZE. Budoucnost bioplynu spočívá v řešení problémů a využití možností, o kterých byla řeč ve SWOT analýze a samozřejmě také na racionalizaci postavení produkce bioplynu nejenom v OZE, ale i v obecném pojetí energetického mixu. To úzce souvisí s rozumně volenou politikou, která nedopustí vyvolání hysterických stavů na základě špatných rozhodnutí vycházejících z nevhodně pojatých odhadů a interpretace dat. Budoucnost bioplynu je nepochybnitelná v roli svomíku mezi odpadovým managementem a energetickou alternativou.



Ing. Jiří Mikeš,  
EPS, s.r.o.

#### The role of biogas in energy, strengths and weaknesses

Within a series of articles on the possibilities of application of biotechnology in the energy sector, this article treads on the ground of an area rather well-known and highly attractive with respect to the problem-solving efforts - increase of production efficiency and other alternative procedures and links. In the future, there will be certainly more room given to these specific areas; this text should make the issue of biogas and its basic characteristics, terminology and explanations accessible and understandable to any reader, even given the complex biological and technical aspects, with a brief commentary that also touches on some economic issues (see the SWOT analysis at the end).

#### Роль биогаза в энергетике, сильные и слабые стороны

Эта статья одна из целой серии статей о возможностях применения биотехнологии в энергетике. Эта область сравнительно известна, однако и при этом она остаётся многообещающей в отношении решения целого ряда проблем, касающихся повышения эффективности производства и дальнейших альтернативных методов. Вне всякого сомнения в будущем этой специфической теме будет уделено большое внимание. Данная статья доходчиво объясняет возможности использования биогаза в основных взаимосвязях, терминах и разъяснениях комплексно, с точки зрения биологически-технического обеспечения. Статья снабжена коротким комментарием с переходом к экономическим взаимосвязям. (см. SWOT анализ в заключении).