



---

## Membránová separace bioplynu v reálných podmínkách bioplynové stanice

*Pavel MILČÁK<sup>1,\*</sup>, Marek BOBÁK<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> VÍTKOVICE ÚAM a.s., Ruská 2887/101, 703 00 Ostrava, Česká republika

<sup>2</sup> MemBrain s.r.o., Pod Vinicí 87, 471 27 Stráž pod Ralskem, Česká republika

\* **Email:** [pavel.milcak@vitkovice.cz](mailto:pavel.milcak@vitkovice.cz)

---

*Příspěvek popisuje implementaci a provoz technologie úpravy bioplynu na biometan na reálné provozované bioplynové stanici a je jedním z milníků pracovního balíčku WP4 projektu TE02000077 „Smart Regions - Buildings and Settlements. Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development“. Cílem tohoto milníku je dlouhodobé ověření membránového čištění bioplynu na úroveň zemního plynu v reálných podmínkách bioplynové stanice tak, aby bylo možné vyčištěný bioplyn používat pro pohon vozidel s CNG anebo vtlačet do sítí zemního plynu.*

**Klíčová slova:** membránová separace, bioplynová stanice, bioCNG

---

### 1 Úvod

V současné době se bioplyn v České republice využívá jako biopalivo pro výrobu elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách. Je to dáno zejména legislativně podporovanou výrobou elektřiny z těchto zdrojů. Vzhledem k tomu, že cena silové elektřiny má dlouhodobě klesající trend a zároveň dochází k útlumu jednotlivých forem bonusů, je třeba hledat nové směry uplatnění pro tyto bioplynové stanice.

Jedním z takovýchto směrů je čištění bioplynu na úroveň zemního plynu a jeho následné využití v dopravě, popřípadě vtlačení do sítí zemního plynu. Pokud v dané lokalitě či regionu není dostatečný odbyt takto vyčištěného biomethanu a zároveň není k dispozici distribuční síť zemního plynu, je možné tento biomethan vtlačet do trajlerů, tzv. virtuálních plynovodů. Je tedy patrné, že výroba biomethanu má oproti výrobě elektřiny tu výhodu, že biomethan je možné akumulovat. V rámci daného regionu je takto možné snížit energetickou závislost na zemním plynu.

### 2 Teoretická část - metody úpravy bioplynu

Fyzikální absorpce - provádí se pomocí rozpouštění v pracích kapalinách.

Chemická absorpce - touto metodou lze z bioplynu odstranit H<sub>2</sub>S. Provádí se organickými rozpouštědly nebo bezvodými solemi.

---



Adsorpce - touto metodou lze z bioplynu odstranit rovněž  $H_2S$ . T Provádí se za pomoci vysoce porézních pevných látek – sorbentů nebo aktivního uhlí. Tato metoda je složitá a drahá z důvodu nutnosti regenerace sorbentu.

Adsorpce klouzavým tlakem (PSA – Pressure Swing Adsorption) - používaná v kombinaci s adsorpcí, slouží k odstranění  $H_2O$ ,  $H_2S$  a  $NH_3$  z bioplynu. Technologie tudíž zahrnuje kompresory, komory, adsorpční jednotky. Před zahájením čištění touto metodou je nutno zbavit bioplyn vody.

Separátní kondenzace kompresí - touto metodou lze z bioplynu odstranit  $CO_2$ . Základem technologie je kompresor.

Vymrazovací systémy – kryogenní technologie - touto metodou lze z bioplynu odstranit  $H_2O$ . Technologie jsou průmyslová chladicí zařízení.

Biologický rozklad - touto metodou lze z bioplynu odstranit  $H_2S$ . Po rozpuštění ve vodě jsou nasazeny mikroorganismy druhu Thiobacillus a Sulfolobus za přítomnosti kyslíku, výstupem je S a  $H_2O$ .

Molekulární síta (filtry) - touto metodou lze z bioplynu odstranit  $H_2O$ ,  $CO_2$  a  $H_2S$ . Používá se molekulárních sít (filtrů). Metoda je jednoduchá, avšak je nutno provádět periodickou regeneraci molekulárních sít.

Membránová separace - této metody je používáno k dočištění plynu od  $CO_2$ ,  $H_2S$  a  $N_2$ .

Z výše uvedeného přehledu je patrná široká škála možností separace dílčích složek z bioplynu. Ne všechny metody však jsou použitelné pro čištění surového bioplynu na úroveň zemního plynu, vzhledem k tomu, že surový bioplyn obsahuje širší spektrum plynů, které je potřeba odstranit.

### 3 Cíle řešení

Společnosti skupiny VÍTKOVICE MACHINERY GROUP jsou jak dodavateli bioplynových stanic, plnicích stanic na CNG a virtuálních plynovodů, tak i provozovateli automobilů a lokomotiv na CNG. Proto již v minulosti navázali spolupráci se společností MemBrain s.r.o. a v současné době jsou zapojeny do vývojového projektu čištění bioplynu na úroveň zemního plynu.

Pracovníci společnosti MemBrain s.r.o. vyvinuli membránovou technologii, která je ověřována pomocí experimentální mobilní kontejnerové jednotky, jejíž implementaci a provoz na reálné bioplynové stanici zajistili pracovníci společnosti VÍTKOVICE ÚAM a VÍTKOVICE POWER ENGINEERING. Tuto technologii čištění bioplynu na úroveň zemního plynu pomocí membránové separace plynů si ověřujeme v rámci projektu TE02000077 „Smart Regions - Buildings and Settlements. Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development“ v rámci programu Technologické agentury České republiky „Centra kompetence“ na reálné bioplynové stanici.

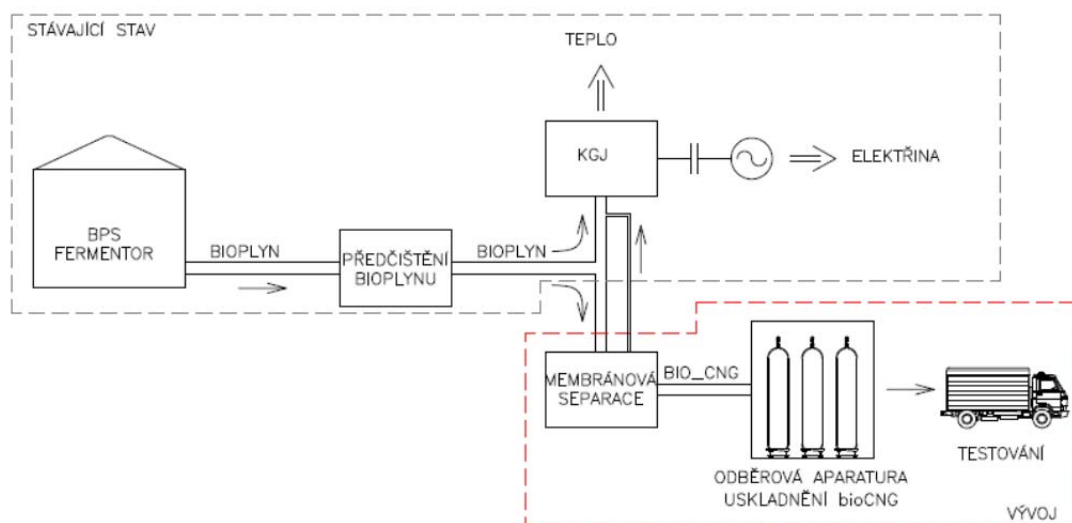
### 4 Popis řešení

Bioplynová stanice, na které probíhá ověřování, je technologické zařízení pro zpracování materiálů a surovin zemědělské výroby, rostlinné hmoty, kukuřičné siláže, hovězí kejdy, cukrovarských řízků a obilovin. Produktem procesu anaerobní fermentace je bioplyn



s průměrnou koncentrací majoritních složek: CH<sub>4</sub>=60%, CO<sub>2</sub>=38,17%, O<sub>2</sub>=0,35%, N<sub>2</sub>=1,48 % a jmenovitou produkcí 272 m<sup>3</sup>/h. Bioplyn je spalován ve čtyřech kogeneračních jednotkách TEDOM Cento 160 SP. Výstupem z kogeneračních jednotek je elektřina a teplo, jehož část se spotřebuje pro ohřev fermentoru a hygienizaci.

Koncepční řešení čištění bioplynu na úroveň zemního plynu je schematicky znázorněno na obrázku 1. Na obrázku je znázornění stávajícího stavu, tzn. výroby elektřiny a produkce tepla z kogeneračních jednotek. V červeném rámečku je naznačena implementovaná technologie membránového čištění bioplynu na úroveň zemního plynu, včetně jeho uskladnění a následného testování.



Obr. 1 Koncepční řešení čištění bioplynu na úroveň zemního plynu

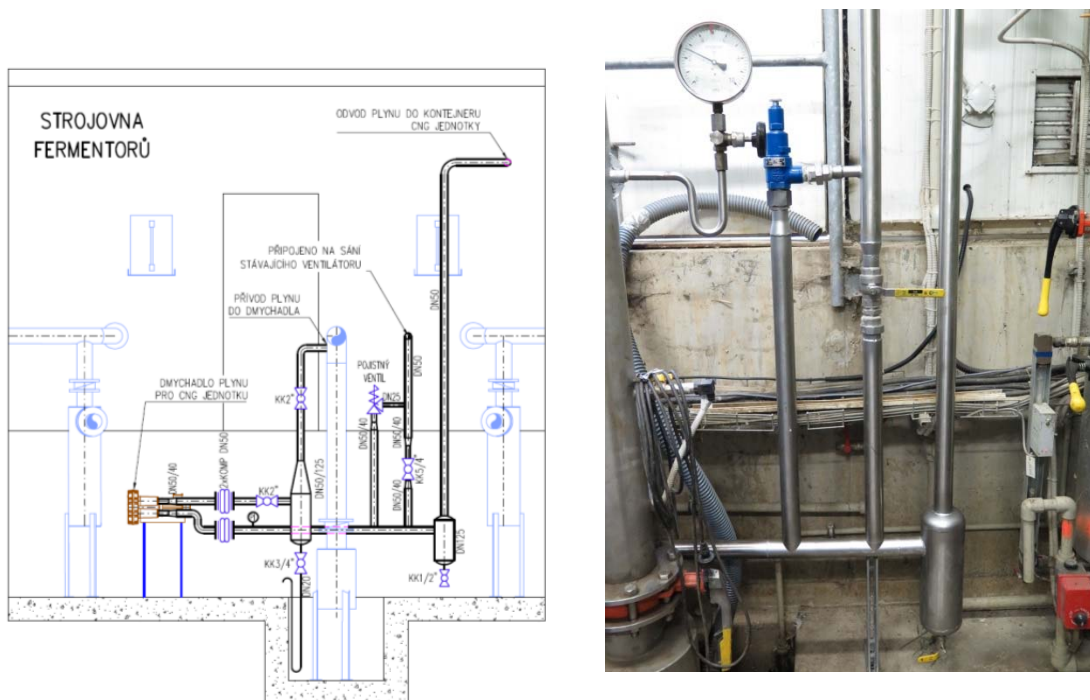
V následující tabulce 1 jsou uvedeny základní parametry technologie MemBrain. Technologie membránové separace bioplynu bude na svém vstupu potřebovat 11-13 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h bioplynu, což je cca 5% celkové produkce BPS, o vstupním přetlaku přibližně 20 kPa (0,2 bar). Aby bylo možné tento tlak zajistit, bude nutné do propojení s bioplynovou stanicí instalovat dmychadlo pro zvyšování tlaku bioplynu.

Tab.1. Parametry technologie membránové separace MEMBRAIN

Vstup bioplynu do technologie	m <sup>3</sup> <sub>N</sub> /h	11-13
Tlak bioplynu do technologie	bar <sub>g</sub>	cca 0,2
Charakteristika bioplynu	% <sub>obj.</sub> CH <sub>4</sub>	50 – 65 %
Výstup bioCNG z technologie	m <sup>3</sup> <sub>N</sub> /h	5,5-7
Charakteristika bioCNG (ČSN 65 6514)	% <sub>obj.</sub> CH <sub>4</sub>	> 95 %
Kapacita zásobních lahví	kg	148
Rozměry technologie (š x v x d)	m	2,5 x 2,5 x 6
Spotřeba elektrické energie	kW	10-11,6



Technologicky je zařízení membránové separace (kontejnerové provedení) propojeno se stávající bioplynovou stanicí tak, že na výstupním potrubí bioplynu z fermentorů je vysazena odbočka, za kterou se nachází dmychadlo pro zvýšení tlaku bioplynu, který je následně veden do zařízení membránové separace. Retentát z membránové separace je akumulován a testován a permeát z membránové separace s nízkým obsahem methanu je odváděn zpět na bioplynovou stanicí a smíchán s bioplynem z fermentorů a následně veden na kogeneraci. Propojení technologie membránové separace na reálné bioplynové stanici je patrné z obrázku 2.



Obr. 2: Propojení technologie membránové separace na reálné bioplynové stanici

## 5 Závěr

Samotná membránová separace vykazuje výborné výsledky s výstupní koncentrací methanu vyšší než 95 %, což bylo potvrzeno nezávislým měřením provedeným pracovníky VŠCHT. Celkem byla technologie provozována přes 2500 hodin bez jakýchkoli závažných problémů. Bylo zjištěno, že navržená technologie dosahuje požadovaných kapacit vždy, když bioplynová stanice produkuje bioplyn bez většího obsahu dusíku. Limitním obsahem dusíku v surovém bioplynu pro technologii je 4,5 obj.%, který musí trvat pouze omezenou dobu cca do 1 h. Průměrná koncentrace dusíku v bioplynu by se měla pohybovat do 0,5 obj.%.



---

## Poděkování

Příspěvek vznikl v souvislosti s řešením projektu TE02000077 „Smart Regions - Buildings and Settlements. Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development“

## Použitá literatura

- [1] Biometan – hospodárné užití obnovitelných zdrojů energie. *mpo-efekt*. [online]. 20.4.2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/2201-gas-s.r.o.-biometan.pdf>
- [2] EES. *Engineering Equation Solver. Professional Version V9.719*. Wisconsin: F-Chart Software, 2014
- [3] Technická zpráva V3088/14 – interní zpráva VÍTKOVICE ÚAM a.s.