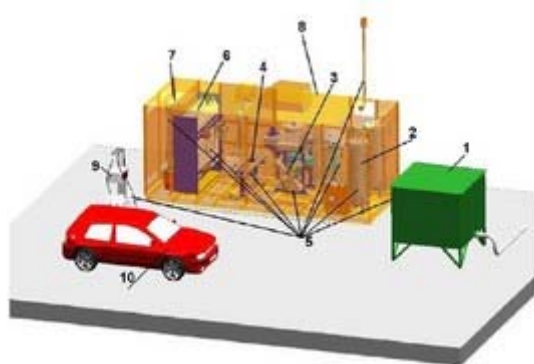


## Ověření funkčního modelu zařízení pro úpravu bioplynu na kvalitu zemního plynu

Jaroslav Kára

### Úvod

V rámci projektu QH 81195 bylo na základě předchozích poznatků zkonstruováno modelové zařízení, které bylo nainstalováno na bioplynové stanici v San Giovanni in Persiceto v Itálii a v průběhu cca 6 měsíců bylo testováno ve vlastním provozu a režimu stávající bioplynové stanice. Modelové zařízení o výkonu 50 m<sup>3</sup> bioplynu na vstupu bylo navrženo řešitelským týmem VÚZT, v.v.i. Ing. Jaroslavem Kouďou, zástupcem sdružení IDEÁL, a firmou EKOSSCNGS- ČR, spol. s r.o. Konstrukčně dořešeno a postaveno bylo ve firmě SAFE s.r.l. v San Giovanni in Persiceto, odsiřovací zařízení pro kapacitu průtoku bioplynu 50 m<sup>3</sup>.hod<sup>-1</sup> bylo vyrobeno a dodáno firmou EKOSS-CNGS-ČR, spol. s r.o., Brno, ČR, s náplní dodanou SPV Pelhřimov.



Obr. 1: Schéma kompresorové jednotky pro úpravu bioplynu na kvalitu zemního plynu

### Materiál a metody

#### Stručný popis a funkce zařízení

Schéma zařízení uvádíme na obrázku č.1. Surový bioplyn je přiveden při tlaku 0,2 bar do odsiřovacího zařízení, kde probíhá jeho odsiření a pokračuje do modelového zařízení k jeho další úpravě. Modelové zařízení bylo konstruováno se dvěma kompresory, z nichž první zvyšoval tlak bioplynu na 8 bar pro vstup do sání druhého – hlavního kompresoru VTL. Na úrovni tlaku 8 bar probíhala rovněž dehydratace bioplynu v sušičce s náplní CaCl<sub>2</sub>. Následně po vstupu do hlavního kompresoru po 1. fázi jeho stlačení na tlak 20 bar, mezi výstupem 1. stupně a vstupem do 2. stupně kompresoru proběhlo vlastní odlučování CO<sub>2</sub> za tlaku 20 bar. K dočištění byla použita molekulová síta v téže tlakové relaci.

Druhý stupeň čištění přes molekulová síta byl navržen na základě zkušeností s pokusným zařízením z EKOSSu Brno, kde docházelo při kondenzaci CO<sub>2</sub> ve vyšších stupních čtyřstupňového kompresoru k ředění mazacího oleje. Čtyřstupňový VTL kompresor byl navíc upraven mezi jednotlivými stupni komprese (válci) jednak mezistupňovými chladiči, jednak samostatnými separátory, ve kterých byly odstraněny možné zbytky CO<sub>2</sub> a dalších plynů (H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>), které jsou schopny kondenzovat vlivem vysokého stlačení v těchto separačních jednotkách v podobě "kondenzátu". Takto vyčištěný bioplyn

(biometan) je následně pod tlakem 20 – 250 bar skladován ve VTL zásobnících plynu pro jeho další využití.

| Parametr                                       | Hodnota  | Jednotka                        |
|--|----------|---------------------------------|
| Vstupní tlak                                   | 0        | bar                             |
| Vstupní teplota plynu                          | 55       | °C                              |
| Skladovací TLAK                                | 250      | bar                             |
| TLAK pro Tankování vozidel                     | 220      | bar                             |
| Počet kompresorů                               | 2        | ks                              |
| Vstupní průtok BIOPLYNU                        | 50       | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| Výstupní průtok biometanu (CNG)                | 50-60    | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| Maximální vstupní koncentrace H <sub>2</sub> S | 10       | ppm                             |
| Maximální vstupní koncentrace CO <sub>2</sub>  | 50       | obj. %                          |
| Plánovaná výstupní koncentrace CO <sub>2</sub> | 2.5      | obj. %                          |
| Vstupní vlhkost bioplynu                       | 100      | Φ %                             |
| Výstupní vlhkost biometanu                     | 30       | Φ %                             |
| Instalovaný výkon hlavního kompresoru          | 20       | kW                              |
| Instalovaný výkon pomocného kompresoru         | 3        | kW                              |
| Pracovní rozsah okolních teplot                | -10/ +40 | °C                              |

Tab. 1: Hlavní technická data kompresorové jednotky pro úpravu bioplynu na kvalitu ZP

Zde bylo použito vyčištěného bioplynu k pohonu motorových vozidel na alternativní palivo CNG, přes výdejní stojan. Celé zařízení je umístěno v kontejneru, čímž umožňuje snadnou výrobu a jednoduchou montáž u uživatele. Kompresorová jednotka je určena k úpravě bioplynu na kvalitu zemního plynu o vstupní kapacitě asi 50 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> surového bioplynu. Zatím se tento produkt anaerobní digesce používá pro kogenerační výrobu elektrické energie a tepla v kogeneračních jednotkách. Pro účely úpravy bioplynu pro pohon motorových vozidel musí být nejprve z bioplynu odstraněn sulfan (dříve sirovodík), aby se zabránilo korozi kompresoru.

Bioplyn prochází první dehydratací v reaktoru bezvodé soli a pak vstupuje do systému komprese. Bioplyn se pak ochladí a v prvních stupních hlavního kompresoru opět výrazně stlačí, cca až na 20 barů. Po první fázi úpravy se bioplyn ochlazuje a suší, pak vstupuje na membránové separátory, které odstraňují další CO<sub>2</sub>, čímž se vytvoří téměř čistý metan. V tomto místě zařízení je úprava bioplynu na biometan hotová a biometan se tlakuje do zásobníku na 250 bar pro tankování vozidel.

| Složka             | Hodnota | Jednotka            |
|--------------------|---------|---------------------|
| Sulfan             | 2.66    | mg.Nm <sup>-3</sup> |
| Metan              | 98.9    | %                   |
| Kyslík             | 0.03    | %                   |
| Oxid uhličitý      | 0.19    | %                   |
| Dusík              | 0.22    | %                   |
| Merkaptany         | 0.006   | %                   |
| Siloxany           | 0.006   | %                   |
| Ostatní uhlovodíky | 0.65    | %                   |

Tab. 2: Složení vyčištěného biometanu

Zbytek odpadního plynu po odvedení z membrán stále obsahuje mimo CO<sub>2</sub> malé množství metanu, proto doporučujeme aplikovat zbytky plynu do proudu bioplynu vedeného ke spálení v kogenerační jednotce. Tímto způsobem je možné získat dostatek energie pro napájení všech elektrických zařízení na kompresorové jednotce pro úpravu bioplynu. Všechny hlavní technické údaje jsou shrnuty v následující tabulce 1. Umístění kompresorové jednotky pro úpravu bioplynu na bioplynové stanici v San Giovanni in Persiceto je na obrázcích 2 až 7. Výsledky Během poloprovozního ověřování byly změřeny kvalitativní parametry biometanu jak VÚZT, tak firmou SAFE s.r.l. Výsledky byly velmi dobré.

Proto bylo měření zadáno nezávislé firmě Studio Alfa, 42122 Reggio Emilia Via Monti 1. Opis výsledků oficiálního rozboru vyčištěného bioplynu naměřených nezávislou laboratoří Studio Alfa uvádíme v tabulkové podobě.

Výsledky výzkumné a experimentální části projektu, který se zabýval návrhem linky na čištění bioplynu z komponent běžných pro přípravu a distribuci stlačeného zemního plynu CNG prokázaly vhodnost navrženého řešení. Originalita projektu spočívala ve vhodném využití komponent běžných pro distribuci stlačeného zemního plynu ve výdejních místech CNG. Výhodou tohoto postupu je dostupnost technologie, která se jen minimálně upraví a dále relativně nízká cena těchto zařízení vhodných pro bioplynové stanice, které jsou většinou budovány na instalovaný elektrický výkon 500 kW<sub>e</sub>, případně více. Technologické postupy a sestavy strojně technologických zařízení uplatněné na modelovém poloprovozním zařízení a v podkladech pro přípravu pilotního projektu jsou ochráněny v rámci průmyslového vzoru, popř. následně v rámci patentu. To znamená, že v rámci řešení projektu „QH81195 NOVÉ TECHNOLOGICKÉ SYSTÉMY PRO HOSPODÁRNÉ VYUŽITÍ BIOPLYNU“ jsme podali přihlášku užitého vzoru a přihlášku vynálezu PUV 2010-22650 a PV 2010-342 „Zařízení pro úpravu bioplynu na palivo typu zemního plynu“. Před koncem roku 2010 Úřad průmyslového vlastnictví k PUV 2010-22650 provedl zápis a vydal Osvědčení o zápisu (č.zápisu: 21505).



Obr. 2: Kontejner s kompresorovou jednotkou pro úpravu bioplynu



Obr. 3: Odsiřovací jednotka a výdejní stojan



*Obr. 4: Hlavní čtyřstupňový kompresor*



*Obr. 5: Molekulová síta a tlakový zásobník*



*Obr. 6: Výdejní stojan s elektronikou*



Obr. 7: Automobil na výdejním místě CNG

## Diskuse a závěr

Hodnocení výsledků, poznatky pro použití v praxi. Poloprovozní ověřování přineslo úspěšné potvrzení všech předpokládaných výsledků. Laboratorní odzkoušení metody separace složek bioplynu vysokým tlakem proběhlo sice úspěšně, ale separace  $\text{CO}_2$  od  $\text{CH}_4$  je pouze jednou z fází úpravy bioplynu na kvalitu nezbytnou pro jeho využití pro zážehové motory ve smyslu požadavků ČSN 65 6514. Tuto fázi musí předcházet snížení obsahu vodních par (na max.  $32 \text{ mg.m}^{-3}$  bioplynu) a množství sloučenin síry (na max.  $10 \text{ mg.m}^{-3}$  bioplynu). Z výsledků oficiálního rozboru vyčištěného bioplynu jasně vyplývá, že modelové zařízení zcela splnilo jak teoretické, tak i praktické předpoklady ohledně této nové metody čištění bioplynu na úroveň paliva typu zemního plynu. Jeho účinnost při odlučování  $\text{CO}_2$  je 99,4 %, z čehož vyplývá, že toto zařízení lze používat pro čištění bioplynu s objemovou koncentrací  $\text{CO}_2$  až do 60 %, při splnění normy ČSN 65 6514. Docílené parametry vyhověly s rezervou požadavkům této normy, jak v koncentraci metanu, tak čistotě výsledného plynu s minimem škodlivin, zejména sulfanu. Metodika projektu předpokládala řešit v rámci projektu pouze separaci  $\text{CO}_2$  z bioplynu s tím, že stávající metody snižování koncentrace vodních par a  $\text{H}_2\text{S}$  budou pro potřebu projektu postačující. Tato hypotéza se ukázala jako nereálná. Proto jsme museli v rámci prací na projektu navrhnout i technická řešení ke snižování obsahu vodních par a množství sloučenin síry v bioplynu, což se úspěšně podařilo.

## Literatura

- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P., 2004: Biomass – Renewable source of Energy (Biomasa – obnovitelný zdroj energie). Praha FCC Public. ISBN 80-86534-06-5
- SCHULTZ, H., EDER, B., 2004: Biogas in practice (Bioplyn v praxi). HEL. Ostrava. ISBN 80-86167-21-6
- MUŽÍK, O., KÁRA, J., 2009: Development of Biogas plants in conditions of the Czech Republic (Rozvoj bioplynových technologií v podmínkách ČR).. Profi Press s.r.o., Farmář-speciál, Praha, No.11, p. 15-19. ISSN 1210-9789
- MUŽÍK, O., KÁRA, J., 2008: Possibilities of Biogas production and utilization (Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR). Profi Press s.r.o., Energie 21, Praha, No.1, p. 22-25. ISSN 1803-0394

- KÁRA, J., ABRHAM, Z., 2008: Study about Energetic efficiency of Renewable energy sources (Studie o energetické efektivitě běžných obnovitelných zdrojů energie). Ministry of Finance CR.

*Tento článek byl převzat v rámci spolupráce s magazínem Agritech Science.*