



# VYUŽITÍ BIOPLYNU VE MĚSTĚ STOCKHOLM



**Město Stockholm** si vytyčilo ambiciozní cíl – stát se do roku 2050 městem, které nebude závislé na fosilních palivech. Dotýkat se to má i dopravy a právě úspěšně nastartované využívání bioplynu jako motorového paliva je dobrou ukázkou, že tento velký sen se může nakonec stát skutečností.

Na biometan dnes ve městě jezdí téměř **čtyři tisíce vozidel** – od autobusů městské hromadné dopravy přes nákladní automobily na svoz odpadu a čištění ulic až po osobní vozidla. Současné výrobní kapacity bioplynu resp. biometanu již proto přestávají stačit a hledají se nové zdroje.

## Výroba bioplynu

Poptávku po bioplynu kryjí v současnosti dvě výroby – **čistírny odpadních vod Bromma a Henriksdal**. Obě zařízení dříve bioplyn používala pro vytápění provozních budov, výrobu elektřiny případně jej dodávala do blízkého okolí (jelikož ve městě není vybudována síť zemního plynu), dnes jej z velké části upravují na potřebnou kvalitu k možnému využití jako motorové palivo.

Ročně se v obou čistírnách při anaerobní stabilizaci čistírenského kalu vyprodukuje dnes více než **85 000 MWh bioplynu**, z toho **více než 60 %** je využíváno pro výrobu biometanu pro dopravu.

Prvním zařízením, které takto začalo bioplyn využívat, byla **ČOV Bromma**. Čistírna byla uvedena do provozu v roce 1936 a v současnosti zpracovává 130 000 m<sup>3</sup> odpadních vod za den. Kal vznikající v procesu čištění (cca 12 tis. tun suš. za rok) je anaerobně stabilizován za produkce bioplynu. Roční výroba bioplynu dosahuje asi **21 000 MWh**.

Kal je fermentován za mezofilních podmínek, doba zdržení je asi 20 dnů. Kapacita vyhnívacích reaktorů je 12 000 m<sup>3</sup>, v souvislosti s plánem kofermentovat spolu s kalem i jiné bioodpady však má být brzy rozšířena o dalších 6 000 m<sup>3</sup> fermentační kapacity.

Druhé zařízení, **ČOV Henriksdal**, je vybudována podzemí a patří k největším svého druhu na světě. Čistírna je vybavena anaerobní kalovou koncovkou s mohutnou reaktorovou kapacitou (7 reaktorů o celkovém objemu téměř 40 tis. m<sup>3</sup>). Vedle kalu, kterého proces čištění generuje asi 27 tis. tun/rok (suš.), rovněž zpracovává jiné substráty – tuky z lapáčů tuků (cca 25 tis. tun/rok) a malé množství bioodpadu z obchodů a restaurací (cca 2 tis. tun/rok). Díky nízkému obsahu sušiny činí nicméně podíl kalu v sázce 80–85 %. Kofermentací kalů s jinými bioodpady je dosahováno vysoké produkce bioplynu – v ročním souhrnu **65 000 MWh**.

Vyhnilý kal je po odvodnění využíván materiálově – v případě ČOV Bromma je míchán s popílčkem a ukládán jako skryvka na uzavřenou nedalekou skládku, zfermentovaný zbytek z ČOV Henriksdal pak pro rekultivaci bývalých dolů.

Cílem je u obou zařízení optimalizací procesu fermentace a přidáváním dalších organických materiálů výrobu bioplynu dále zvyšovat.

## Úprava bioplynu

Výroba biometanu z bioplynu byla na ČOV Bromma zahájena v roce 1996, kdy zde byla instalována pilotní jednotka zajišťující dostatek paliva pro několik prvních vozů na stlačený plyn. Po úspěšném začátku bylo rozhodnuto o výstavbě velkého provozu, který by byl schopen využít velkou část produkovaného bioplynu. Uveden byl do provozu v roce 2001 a pro úpravu bioplynu na biometan využívá technologii PSA. Kapacita zařízení činí **30 000 MWh** zpracovaného bioplynu ročně (odpovídá asi 600 Nm<sup>3</sup>/hod) a zatím je využívána asi ze 2/3. Na čistírně Henriksdal byla výroba biometanu zahájena v roce 2003. Instalována zde byla technologie tlakové vodní vypírky o max. kapacitě až **69 000 MWh/rok** (tj. asi 1200 Nm<sup>3</sup> bioplynu za hodinu), čímž se řadí zatím k největším nejen ve Švédsku, ale i na světě. V sou-

časnosti nicméně také nepracuje na stoprocentní výkon.

Bioplyn resp. biometan by navíc v budoucnu měly vyrábět **další dva čistírenské provozy** (Lidingö – Käppala a Södertälje) společnosti Stockholm Vatten, která se ve městě stará o provoz vodohospodářské infrastruktury.

A také **nová bioplynová stanice** na zemědělské suroviny a bioodpad z potravinářských výroby, která má být vybudována společností Stockholm Gas AB u městské skládky v Huddinge. Stanice by do Stockholmu měla dodávat až **100 000 MWh** bioplynu resp. biometanu prostřednictvím obnovené distribuční plynárenské sítě, kterou v minulosti proudil svítiplyn.

## Využití v dopravě

Vyráběný biometan se ke konečným zákazníkům dostává několika způsoby. Ve městě je dnes v současnosti **více než desítkou veřejných plnicích stanic**, které jsou resp. do nedávna byly zásobovány jen biometanem. Dvě plnicí stanice jsou přímým potrubním spojením spojeny s výrobami biometanu, ke zbývajícím se pak biometan dostává kontejnerovou dopravou. Zajišťuje ji společnost **Aga Gas**, která denně z obou čistíren na plnicí stanice ve městě dodává několik kontejnerů naplněných biometanem.

Kvalita biometanu přitom musí splňovat požadavky definované normou **SS 15 54 38** (viz tabulka).

### Výtah z požadavků na kvalitu bioplynu pro použití jako motorové palivo dle normy SS 15 54 38

Parameter	Jednotka	Bioplyn typ LH	Bioplyn typ H
Wobbeho číslo	MJ/Nm <sup>3</sup>	44,7–46,4	43,9–47,3
Obsah metanu	Vol–%	96–98	96–99
Rosný bod vody	°C	t–5	t–5
Obsah vody (max.)	mg/Nm <sup>3</sup>	32	32
Celkový obsah CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> (max.)	Vol–%	4	5
Obsah O <sub>2</sub> (max.)	Vol–%	1	1
Celkový obsah síry (max.)	mg/Nm <sup>3</sup>	23	23
Celkový obsah dusíkatých nečistot, max. (kromě N <sub>2</sub> ) jako NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	20	20
Maximální velikost pevných částic	µm	1	1

Poznámka: Bioplyn typ LH je bioplyn s obsahem methanu 96–98% a bioplyn typ H je bioplyn s obsahem methanu 95–99%





## VYUŽITÍ BIOPLYNU VE MĚSTĚ STOCKHOLM



Z ČOV Henriksdal je navíc biometan dodáván asi 2 kilometry dlouhým plynovodem do nedalekého autobusového depa místního provozovatele MHD společnosti SL. Zde je stlačen na 350 bar a plněn do autobusů. Společnost v roce 2008 provozovala asi **padesátku busů** na stlačený plyn a plánem bylo jejich počet do konce roku 2009 **rozšířit na 130**.

V případě ČOV Bromma je část biometanu dodávána přímým potrubím na veřejnou plnicí stanici nacházející se přímo u vjezdu do areálu, zbývající množství je pak komprimováno do plnicích láhví a kontejnerovou dopravou dodáváno na další plnicí stanice ve městě.

Na biometan nicméně také dnes ve městě jezdí **šedesát** svozových vozů odpadu a asi **čtyři tisícovky** různých užitkových vozů a osobních vozidel. Mezi nimi jsou jak vozy městských organizací, tak i různých firem a samozřejmě i fyzických osob. Autobusy na biometan dnes jezdí v centru města či také na letišti. Na biometan se podařilo nalákat i vozidla taxislužby. V budoucnu by na biometan měla možná jezdit i lodní doprava ve městě.

Rostoucí počet vozidel na stlačený plyn tak v posledních dvou letech způsobil potíže se zásobováním stanic biometanem. Část biometanu tak musela být dodávána z jiných výrobních zařízení v regionu a na některých plnicích stanicích musel být nedostatek paliva zachraňován i zemním plynem.

Zatímco se v roce 2005 prodalo asi **2,2 mil. Nm<sup>3</sup>** biometanu, v roce 2007 to již bylo přes **6 mil. Nm<sup>3</sup>**. V roce 2010 by objem prodaného biometanu na stanicích měl již přesáhnout hranici **10 mil. Nm<sup>3</sup>**.



Dlouhodobou vizí je zvýšit výrobní kapacity bioplynu resp. biometanu až na více než **50 mil Nm<sup>3</sup>/rok** a rozšířit vozový park na více než **300 autobusů**, **200 svozových vozů** na odpad a **20 tis.** osobních a malých automobilů.

### Jiné využití biometanu

Biometan si však nachází cestu i pro jiné využití. V současnosti je malá část upraveného bioplynu z jedné z čistíren dodávána asi 1 tis. domácnostem na předměstí Hammarby, které jej využívají pro vaření, díky započaté obnově plynárenské sítě, jež v minulosti dodávala svítiplyn, však v brzkém budoucnu bude spolu se zemním plynem biometan dostupný pro mnohem vyšší počet zákazníků.

### Ekonomika a financování

Celkové náklady na stavbu úpraven bioplynu na ČOV Bromma a Henriksdal dosahovaly výše **134 mil. SEK**, což je v přepočtu asi **335 mil. Kč**. Většina investice byla kryta provozovatelem čistíren společností Stockholm Vatten, asi 20 % nákladů byla nicméně hrazena grantem poskytnutým z podpůrného programu LIP.

Plnicí stanice pak byly vybudovány místními prodejci pohonných

hmot jako jsou společnosti Shell, Statoil, OK. Nákup vozidel na stlačený plyn je motivován úlevou na daních a tím, že biometan prodáván na stanicích není zatížen spotřební daní čímž je asi o 10 % levnější než motorová nafta či benzín (v roce 2008 prodáván za průměrnou cenu asi **1,2 EUR/Nm<sup>3</sup>**). Vozidla na stlačený plyn jsou (stejně jako vozidla na jiná biopaliva nebo alternativní pohon) pak při provozu dále zvýhodněna v rámci mýtného systému, který byl ve Stockholmu zaveden v roce 2005. A také možností bezplatného parkování v centru města.

### Získané zkušenosti

Rozvoj využívání bioplynu v dopravě ve Stockholmu přinesl řadu zajímavých zkušeností. Ukázal, že úspěch je podmíněn spoluprácí všech klíčových subjektů – od výrobce bioplynu, přes distributora až po konečné spotřebitele. Orgány města přitom hrají rozhodující roli – jako zpravidla (spolu)vlastníci těchto organizací mohou napomoci projekt prosadit a vytvořit mu posléze dobré podmínky pro další rozvoj. Zásadní je dobře definovaná dlouhodobá strategie.

Realizace úpraven na bioplyn proběhla dle naplánovaného harmonogramu, náklady však byly vyšší, než se původně předpokládalo. Další problémy se zpočátku vyskytly s plněním parametrů upraveného bioplynu, podařilo se je ale postupně odstranit. Dříve byly rovněž



komplikace s dopravou neupraveného bioplynu plynovody, odstraněny byly až zavedením úpravy bioplynu na kvalitu dle předmětné normy.

Zkušenosti Stockholmu jsou tak velmi cenné – jak po stránce technické, tak i organizační. I proto se toto město rovněž zapojilo do projektu **BIOGASMAX** a patří v něm k jedním z nejúspěšnějších.

Výroba bioplynu	ČOV Henriksdal	ČOV Bromma
Rok výstavby	1934	1941
Produkce bioplynu	21 000 MWh/r	65 000 MWh/r
Vstupní suroviny	kaly z ČOV, tuky, potravinové odpady	
Výroba biometanu	ČOV Henriksdal	ČOV Bromma
V provozu od	1996, 2000	2002
Použitá technologie	PSA	tlačková vypírka vodou
Kapacita výroby biometanu	30 000 MWh/r	69 000 MWh/r
Způsob distribuce a využití	přímé zásobování plnicích stanic na CNG, využíván autobusy i ost. motorovými vozidly	
Kontaktní údaje	www.stockholm.vatten.se, www.miljo.stockholm.se, www.aga.se	

Fotografie poskytnuty s laskavým svolením: Björn Hugosson, Municipality of Stockholm a Lars Hammarlo, Scandinavian GtS AB