

Bioplyn jako pohonná hmota

Zařízení na zpracování bioplynu a bioetanolu ve Švédsku

Zpráva z exkurze expertů z rakouského spolku pro biomasu

Rakouský spolek pro biomasu, www.biomasseverband.at

Zpracování bioplynu ve Švédsku

Ve Švédsku je základní filozofie používání bioplynu trochu odlišná než v Rakousku. Zatímco Rakousko a Německo se stejnými systémy a zákony dosud využívají bioplyn pro výrobu elektrické energie a využití jako pohonné hmoty pro automobily chybí, ve Švédsku je používáno dřevo pro vytápění a elektřinu a bioplyn jako palivo pro vozidla. Dřevo a odpady pokrývají ve Švédsku přes 70% všech topných systémů, v době energetických špiček je jako doplňkový zdroj využit olej. Vývoj v sektoru bioplynu jako pohonné hmoty pro vozidla je ve Švédsku velmi hodnotný a zralý pro tržní využití, proto se vytváří celosvětový zájem o tyto zkušenosti. Skupiny expertů z Japonska, Indie, Číny, Kanady se již o švédská zařízení zajímají.

obr. 1: Jízda na bioplyn: Walter Böhme, Martin Preineder, Margareta Persson, Josef Boxberger, Ernst Scheiber, Josef Plank (zleva)

Švédská rozvodná síť zemního plynu sestává podobně jako ve většině evropských zemí ze tří rozdílných částí podle tlaku plynu: vysokotlaká (přenosový tlak 80 bar) jako je například v jižním Švédsku, střednětlaká (16 bar) a nízkotlaká pro koncové spotřebitele. Palivový systém se skládá z více komponentů. V severním Švédsku a v prostoru Stockholmu jsou místní čistě bioplynové sítě, neboť tu není žádné napojení na rozvodnou síť zemního plynu. V jižním Švédsku existuje možnost čistit vyprodukovaný bioplyn a napájet jím síť rozvodu zemního plynu. V obou případech se jedná o kontejnerové systémy, kde bioplyn ve vysokotlakých lahvích zajišťuje decentralizované zásobování čerpacích stanic. Bioplyn s původním obsahem metanu od 55 do 70% má po zpracování ve Švédsku poměrně vysokých

98% této látky. Tím nedochází k žádným problémům při napájení do rozvodné sítě zemního plynu. Také směs pohonných hmot s podílem vodíku do 25% - získaná z větrných kol – je možná a je využita u dvou autobusových flotil.

Ve Švédsku je okolo 200 zařízení na výrobu bioplynu, přičemž většina (60%, 140 zařízení) vyrábí bioplyn z kalu, přibližně třetina (30%, 60 zařízení) jsou skládková zařízení, zbytek (10%) připadá na zařízení využívající odpady. Celková švédská produkce bioplynu činí 1,4 TWh, z čehož v roce 2004 bylo okolo 10% (0,13 TWh) upotřebeno jako pohonné hmoty. Při celkové spotřebě energie v dopravním sektoru 70 TWh za rok činí podíl bioplynu zatím ještě nepatrnou část, vývoj je zde ovšem razantní: Spotřeba bioplynu jako pohonné hmoty se v posledních pěti letech ztrojnásobila a obnáší v této době okolo 45% celkové spotřeby plynu pro motorová vozidla.

Surový plyn získaný v bioplynových zařízeních má podle typu zařízení obsah metanu od 45 do 75%. Pro dosažení kvality zemního plynu musí být tento podíl zvýšen na více než 97%, následně je plyn stlačen na 200 barů a odorizován, aby byl při případném úniku snadno identifikovatelný. Takto zpracovaný bioplyn pak může být buď napájen do stávající rozvodné sítě zemního plynu nebo použit přímo jako palivo. Při obohacování surového plynu je tedy na jedné straně zvyšován jeho energetický obsah daný podílem metanu, na druhé straně je dosahována technická upotřebitelnost a kvalita srovnatelná se zemním plynem.

Asi polovina z 56 zařízení na výrobu bioplynu v EU se nachází ve Švédsku. Všechna zařízení pracují na stejném principu: Surovému plynu je prostřednictvím fyzikálního, fyzikálně-chemického nebo membránového postupu v zásadě odebrán oxid uhličitý (CO_2), který činí od 25 do 40%. Dále musí být oddělen dusík, který zaujímá významnou roli především v plynu ze skládek a může činit až 15% objemu, a sirovodík (H_2S). Sirovodík je vedlejší produkt, který vzniká při zplynování ve fermentační nádobě a který je nejen jedovatý, ale má i silně korozivní účinky na potrubí a zařízení a při spalování se přeměňuje na oxid siřičitý. Vedle těchto komponentů je to především obsah vody a částic, které ovlivňují kvalitu čištěného plynu. Rozhodující pro funkční využití bioplynu v sektoru pohonných hmot se proto stávají jednotné celoevropské standardy kvality. Kvalita surového plynu přitom hraje rozhodující roli jak pro zajištění kvality konečného produktu tak výběr čistících postupů. Zajištění stabilního objemu metanu (vyšší než 97%) se ve Švédsku nezdá být problémem.

Obr. 2: Autobus na bioplyn při tankování

Z 22 švédských zařízení na obohacení plynu jich 14 pracuje metodou propírání tlakovou vodou (water scrubber), proto mají nová zařízení uzavřený vodní koloběh, 5 používá čistící vodu k propírání. V šesti zařízeních je také rozšířena technika PSA – postup proměnného tlaku (Pressure Swing Adsorption). Kromě toho existuje jedno zařízení se selexolem jako adsorpčním médiem, jedno zařízení pracuje chemickým adsorpčním postupem. Transport kvalitního čistého plynu může být realizován buď napájením do stávající rozvodné sítě zemního plynu nebo mobilními nádržemi nákladních automobilů. Některá města přitom disponují vlastní lokální plynovou sítí.

Zatím své autobusové flotily zásobuje výlučně bioplynem 17 švédských měst, ve 10 městech se jezdí na zemní plyn, tři městské vozové parky pracují s oběma pohonnými hmotami. Je zde 60 veřejných čerpacích stanic a již více než 5300 vozidel s plynovým pohonem (3500 osobních automobilů). Světovou novinkou je bioplynem poháněný vlak jezdící na trati mezi městy Linköping a Västervik, který byl poprvé uveden do provozu v červnu 2005 a může pojmout 54 cestujících.

Výrobní náklady na bioplyn se pohybují okolo 1,5 až 2,5 Centu za kWh (nerovnájí se prodejní ceně). Protože se bioplyn obchoduje na skutečně volném trhu, dochází proto k značným rozdílům v ceně. V Trollhättanu stojí bioplyn 6,5 SK/m³ (86 Centů/m³). Aktuálně je ale bioplyn v průměru o asi 30% levnější než benzin. Bioplyn získaný z odpadu je cenově výhodnější, neboť ceny bioplynu jsou placeny prodejem odpadu.

Palivo (jednotka)	Cena (Euro/jednotka)	Obsah energie (kWh)	Přímé srovnání (Euro/kWh)	Množstevní ekvivalent (podle jednotky)
Benzín (l)	1	8,7	0,11	1,15
Nafta (l)	0,9	10	0,09	1
Bioplyn (m ³)	0,7	10	0,07	1
50:50 (m ³)	0,6	10	0,06	1

Tabulka: bioplyn ve srovnání

Bioplyn je rovněž osvobozen od daně z pohonných hmot. Naproti tomu je zemní plyn jedním centem za kWh a benzín pak sedmi centy za kWh. Dále jsou uplatňovány různé pobídky, jako poukazy na čerpání pohonných hmot, nebo státní popřípadě regionální dotace při koupi automobilu s pohonem na bioplyn. Doplnkem jsou různá zvýhodnění, jako např. bezplatné parkování v prostoru měst. Osobní automobily s pohonem na bioplyn fungují bivalentně a mohou být tedy přeprnuta na benzín. Přepnutí tlačítkem je bezproblémově možné i během jízdy. U dřívějších modelů lze na jedno naplnění najet 230 km, novější modely mají jízdní dosah 350 km. Doplnkově disponují taková auta nádrží na 70 litrů benzínu. Vyšší náklady ve srovnání s obvyklým vozidlem se pohybují okolo 1500 až 3000 Euro. Opel momentálně pracuje na verzi palivové nádrže na bioplyn, s níž by bylo možné najet 500 až 700 km. Tyto systémy mají být připraveny pro uvedení na trh v letech 2006 až 2007.

Švédsko poskytuje bioplyn!

Rakouský svaz pro biomasu pozval vysoce postavenou rakouskou skupinu expertů na exkurzi do Švédska. Cílem cesty byly nejnovější projekty v oblasti biopaliv se zaměřením na bioplyn. Delegation se skládala na jedné straně z politických zástupců parlamentu, ministerstva životního prostředí, dolnorakouské zemské vlády a rakouské hospodářské komory. Ze strany plynárenského průmyslu byly zastoupeny firmy: OMV, Erdgas OÖ, za odvětví výzkumu pak spolkový úřad životního prostředí a vídeňská zemědělská univerzita. Ze strany praktiků se zúčastnili provozovatelé bioplynových zařízení, jakož i odborníci z okruhu zájemců o bioplyn. V regionu mezi Stockholmem a Göteborgem byly přednostně na programu různé systémy a zpracování bioplynu, dodatkově bylo spektrum pohonných hmot rozšířeno o prohlídku továrny na bioetanol a o zařízení na zplynování dřeva (výroba syntetického plynu).

Obsáhlý systém podnětů

To co bylo v hornorakouském Puckingu poprvé vyzkoušeno, je ve Švédsku jedno desetiletí standardem techniky: zpracování bioplynu za účelem dosažení kvality zemního plynu. Švédové ale nevyužívají zušlechtěný bioplyn jen k napájení do stávající rozvodné sítě na zemní plyn (jako v Puckingu), nýbrž především jako pohonnou hmotu. „Jedná se o technologii, jež dříve či později nahradí současná paliva,“ říká Josef Plank, expert na bioplyn působící v rakouském svazu pro biomasu. „Plynem poháněné motory vozidel budou

představovat příští generaci pohonu. V bioplynu máme cenově příznivou a k životnímu prostředí šetrnou alternativu, nebo přinejmenším doplněk k fosilnímu zemnímu plynu, alternativu, která k tomu navíc založena na domácích surovinách,“ doplňuje Ernst Scheiber, vedoucí obchodu v rakouském svazu pro biomasu.

Bioplyn o téměř 45 procent levnější než benzín

Systémy na obohacení je surový plyn zušlechťován v čistících zařízeních, popř. v zařízeních na zužitkování odpadu. Cílem procesu je zvýšení obsahu metanu v první řadě vymýváním oxidu uhličitého. Ve Švédsku jsou takto vyčištěným bioplynem poháněny především městské autobusové flotily, většinou v kombinaci s veřejnými čerpacími stanicemi. Bioplyn je osvobozen od daně z pohonných hmot a je proto o téměř 45% levnější než benzín. Doplnkem jsou státní a regionální dotace při nákupu auta na plyn a další jako poukazy na čerpání pohonných hmot, volné parkování, atd. „Také v Rakousku musí vést cesta přes vozové parky, kromě toho zdůrazňujeme spolupráci s plynárenstvím a automobilovým průmyslem, tedy s obchodníky se zemním plynem, provozovateli rozvodných sítí, vlastníky čerpacích stanic a výrobci motorových vozidel,“ říká Plank. Rakouský svaz pro biomasu se bude v tomto směru silně zasazovat o projekt: „Bioplyn jako pohonná hmota“. „Viděli jsme působivý způsob jak tato technika funguje, nyní musíme ještě nastavit politické a hospodářské výhybky pro její etablování, aby se v budoucnu mohlo říci: Rakousko poskytuje bioplyn!“ uzavírá Ernst Scheiber.

Systémy zpracování – krátký schématický popis

Zpracování bioplynu slouží k dosažení kvality zemního plynu prostřednictvím snížení obsahu CO₂ a zvýšení obsahu metanu. Dále musí být odstraněn dusík a sirovodík a redukován obsah vlhkosti. K dispozici jsou různé postupy zpracování, přičemž v následujícím textu bude každý krátce načrtnut, které odpovídají aktuálnímu stavu techniky a které jsou tak dalece rozvinuté, je možno je využít na trhu. Propírání tlakovou vodou a postup proměnného tlaku (PSA) jsou způsoby, které jsou podle švédského příkladu připraveny také na přenesení do Rakouska a pro jejich uvedení do provozu už není nutný další výzkum. Dále je zde postup solexol, vysoko- a nízkotlaká membránová technika, gryoskopmembránová technika, jakož i další velkopřmyslové postupy, které se ale po více než desetiletých zkušenostech ve Švédsku

neosvědčily.

Propírání tlakovou vodou (water scrubber systém)

Při propírání tlakovou vodou jde o adsorpční postup, při němž dochází k vázání oxidu uhličitého na tekuté médium (voda). Pod tlakem se mění jednotlivé komponenty plynu a CO_2 se uvolňuje do vody. K tomu je zvýšen tlak v uvolňovací koloně na 8 až 10 bar a teplota snížena na 20 až 25 °C. Pro optimální získání metanu následuje druhá uvolňovací kolona. Voda má nyní zbytkový obsah metanu od 4 do 10%. Snížením tlaku tento zbytkový podíl uniká a je převeden zpět na začátek systému, aby byly takto ztráty udržovány co možná nejmenší. V systému s uzavřeným koloběhem vody (čistá voda) následuje stupeň obnovy (desorpční kolona), kde je tlak tak malý, že CO_2 může znovu unikát. Ve spojení s čističkou je tlakové vodní propírání prováděno zbylou vyčištěnou vodou. Vyplavování CO_2 v tomto případě není nutné, obohacená vyčištěná voda může být odvedena přímo do odvodního kanálu.

Dokud se obsah síry nachází pod 300 ppm, není to pro princip tlakového propírání vodou žádný problém, pokud však obsah síry překročí tuto hranici, je potom zapotřebí odsíření. Čistota metanu se při tomto systému nachází asi na 97%.

Postup proměnného tlaku (PSA – Pressure Swing Adsorption)

Při tomto široce rozšířeného postupu musí být na cca 8 až 10 bar zhuštěn surový plyn, který je bezpodmínečně nutno odsířit. Plyn je pak následně stlačen do adsorpčních nádrží. CO_2 je tam adsorbován na aktivní uhlí nebo na sedmimolekulovou uhlíkovou bázi. Když je adsorpční materiál nasycen, následuje čištění v další koloně, tak je přitom zachován. V prvním stupni může CO_2 prostřednictvím snížení tlaku opět unikát a adsorpční materiál je obnoven. V provozu jsou vždy nejméně čtyři adsorpční nádrže, aby mohlo být zajištěno kontinuální čištění a obnova.

Obr. 3: Franz Kirchmeyer, projektový manažer proklimatického programu „bioplyn“ v Rakousku

LP Coaab-System (Low Pressure CO_2 Adsorption)

Podobně jako při propírání tlakovou vodou proudí i v tomto systému v protiproudu surový plyn a adsorpční médium. Avšak zde jde o čistě chemickou reakci v protikladu k fyzikálnímu oddělování CO₂ při postupu propírání tlakovou vodou. Adsorpční tekutinou je v tomto případě speciální aminová kompozice, která je prodávána pod výrobním jménem „Coaab“. Téměř čistý metan opouští kolonu v její horní části a musí být ještě stlačen, vysušen a odorizován. Obohacený coaab prostřednictvím zahřátí opět obnoven. Takto získaný CO₂ uniká buď do atmosféry, nebo může být využit pro skleníky, popřípadě pro průmyslové účely.

Cíle exkurze

Zpracování bioplynu a bioplynová čerpací stanice ve Stockholmu

Stockholm Vatten

postup: propírání tlakovou vodou (čistá voda)

kapacita zpracování: 400 až 600 m³ surového plynu za hodinu

Firma Malmberg Vatten nabízí kontejnerová zařízení a hledá partnery pro spolupráci také na evropské úrovni. První zařízení s kapacitou 400 m³ bylo uvedeno do provozu v roce 2001, druhé s 600 m³ v roce 2004. Pro čištění surového plynu je zde používán postup propírání tlakovou vodou. Neboť u tohoto zařízení v minulosti vznikly problémy s odpadní vodou, pracuje se zde nyní s čistou vodou. Kompresor pracuje s maximálním tlakem 10 bar. Kvalita surového plynu je na 64% obsahu metanu. Zařízení produkuje šest miliónů m³ čistého plynu za rok. Jsou zde dvě rezervní nádrže na tekutý plyn, aby bylo zajištěno tankování pro autobusy, i když zařízení právě není v provozu. Pro napájení do sítě je tlak plynu snížen na hodnotu 4 bar, vysokotlaké plnění se používá pro vozidla. V protikladu k pomalu plnicím stanicím, kde natankování trvá přes celou noc, stačí jednomu autobusu na této stanici jen osm minut, osobnímu automobilu pak pouze dvě až tři minuty.

Ve Stockholmu je nyní v provozu okolo 50 autobusů na bioplyn, do roku 2007 by jich mělo být 200. Na jedno naplnění mohou najet asi 450 km. Ceny benzínu se pohybují okolo 10 SK/m³ (1 Euro/m³) a jsou tím trochu vyšší než v Rakousku. Kubický metr plynu o tlaku 230 bar má objem jako 4 litry, to znamená, že do nádrže se schopností pojmout 100 litrů se vejde 25 kubických metrů plynu. Činnost zařízení bude blíže vysvětlena: Plyn je veden přes filtr,

kde dochází k odloučení kondenzátu. Po dvou zvýšeních tlaku nastává stupeň zchlazení (z 70 na 22 °C). Propírání tlakovou vodou nastává při tlaku 8 bar, přičemž voda je do válce vedena shora a plyn zdola. Jedná se o uzavřený koloběh a je tedy spotřebováno jen málo vody, neboť se doplňuje jen její vzniklý deficit. Takto získaný čistý plyn je potom v sifonu zahřáním vysušen, aby se při tankování zabránilo možné kondenzaci.

Obr. 4: Zařízení na zušlechťení bioplynu (propírání tlakovou vodou)

Bioplynové zařízení a čerpací stanice představují velký podnik a jsou s kapacitou 1000 m³ čistého plynu asi desetkrát větší, než podobné v Rakousku zamýšlené zařízení. Jedná se o stanici s pomalým plněním, kde jsou autobusy k natankování napojeny přes noc.

Továrna na bioetanol v Norrköpingu

Agroetanol AB

kapacita zařízení: 50.000 m³ etanolu za rok

Firma Agroetanol AB patří k společnosti Svenska Lantmännen Group – zemědělskému družstvu s asi 52.000 členy, jež je zároveň největším švédským podnikem v oblasti zemědělství a výroby potravin. V případě továrny na etanol v Norrköpingu se jedná o největší zařízení ve Švédsku s produkcí 50.000 m³ bioetanolu za rok. Zařízení je v provozu od roku 2001 a zpracovává téměř výhradně pšenici, jež pochází z místní produkce (vzdálenost maximálně 100 km) a je přivážena nákladními automobily. Měřeny jsou hustota, obsah bílkovin, jakož i obsah vody v obilí. Pšenice je rozemleta a obohacena vodou a enzymy a po procukernatění v pěti fermentačních nádržích (čtyři velké s objemem 1000 m³ a jedna menší) za dobu 15 až 16 hodin zkvasí na pivo (obsah alkoholu 8,5 až 9,0%). Následná destilace se uskuteční přes energetickou kaskádu, jejíž jednotlivé stupně pracují za odlišného tlaku. Ve dvou malých válcích vzniká 50% etanol a voda, ve třetím pak 91 až 92% etanol. V nádržích jsou přes tři filtry filtrovány pevné částice, následně je etanol sušen. Pro uskladnění etanolu jsou k dispozici tři nádrže, každá s objemem 1000 m³, zde se provádí i pravidelné kontroly kvality. Na výrobu 1 litru čistého etanolu je zapotřebí 2,65 kg pšenice, jako odpadní produkt při tom vzniká 0,8 kg krmiva. Právě tato produkce bílkovinných krmiv působí vedle technických komponentů jako limitující faktor pro produkci etanolu. Čtyři a šest procent bioetanolu je pro pokrytí bílkovinnými krmivy dostačující, větším množstvím by byl trh přetížen. Všechny ostatní objemy biopaliv musí být získány jinými způsoby, bioplyn se zde

nabízí jako dobrá alternativa. Etanolem vyrobeným v Norrköpingu je zásobována oblast Norrköpingu a Stockholmu, kde je 5% etanolu přimícháno do 95-oktanového benzínu. Zařízení na sebe váže 37 pracovních míst, přičemž přímo ve výrobě pracuje 25 osob.

Obr. 5: Továrna na agroetanol v Norrköpingu, z 2,65 kg pšenice vzniká 1l etanolu

Aktuální diskuse o bioetanolu ve Švédsku vykazuje dva základní směry: Na jedné straně stojí směr výroby, v němž je etanol produkován z organických surovin (např. agroetanol v Norrköpingu). Na druhé straně stojí výroba etanolu z lesních odpadů, které jsou zejména v severním Švédsku velmi podstatné. V budoucnosti má být urychlena možnost přimíchávání bioetanolu do benzínu, jakož i koncept E 85 (Flexibel Fuel Vehicles). Projekt E 5, tedy přimíchávání pětiprocentního bioetanolu do 95-oktanového benzínu, se ve Švédsku provádí téměř všude. Projekt E 10 čeká na schválení, příslušná žádost švédského a španělského ministerstva životního prostředí byla již předložena evropské komisi. Projekt E 85 (Flexibel Fuel Vehicles) redukuje provozní náklady o asi 25% ve srovnání s tradičním benzínem, v Norrköpingu jsou proto již dvě plnicí stanice. Ve Stockholmu je již 250 až 300 autobusů vlastním palivem (E 95 místo nafty).

Vysoké ceny benzínu zvyšují obchod s etanolem. Avšak kdyby měla být spotřeba benzínu v Evropské unii kryta z 50% bioetanolem, musela by se veškerá zemědělská produkce soustředit na jeho výrobu. Proto je změna myšlení nutná, etanol by mohl být ve větší míře získáván také z celulózy. Transportní cesty musí být všeobecně zkráceny, aby se redukovalo množství potřebných pohonných hmot a zároveň se musí promýšlet využití metanolu a jiných alternativ.

Ve Švédsku není na etanol uvalena daň a proto je levnější, než tradiční benzín. Avšak je zde problém, neboť mnohem levnější brazilský etanol prakticky není zatížen daní, popřípadě lze zdanění snadno obejít. Jeden litr bioetanolu stojí okolo 50 centů. Benzín se vyrábí za cca 20 centů za litr, k tomu se přidává 50 centů daně z minerálních olejů, takže tržní cena jednoho litru benzínu obnáší asi 70 centů. Protože etanol objemová jednotka představuje jen dvě třetiny energetického obsahu benzínu, stojí biopalivo přepočtené na litr benzínového ekvivalentu také okolo 70 centů. Ceny u čerpacích stanic se ovšem regionálně velmi liší. Cenové srovnání na jeden osobní automobil ukazuje 6,95 SK/l (70 centů/l) za E 85 a 11,50 SK/l (1,2 Euro/l) za benzín Super 95. Pro vyšší spotřebu u E 85 dochází celkově k úspoře asi

20%. Za chladného počasí je nastartování automobilu s pohonem na etanol trochu obtížnější, proto jsou vestavovány elektrické ohřívače, jež způsobují jednorázové náklady ve výši 300,- Euro.

Obr. 6: Walter Böhme a Martin Preineder (vpravo) při tankování bioplynu

Zpracování bioplynu a čerpací stanice bioplynu v Norrköpingu

postup: propírání tlakovou vodou (čistá voda)

kapacita zpracování: 275 m³ surového plynu za hodinu

V průměru je v tomto zařízení v létě vyrobeno 3000 m³ čistého plynu za den, v zimě 7000 m³ za den. Z 275 m³ surového plynu je tedy průměrně vyrobeno asi 150 m³ čistého plynu za hodinu. Systém odpovídá prvnímu zařízení ve Stockholmu (propírání tlakovou vodou), avšak zde se nejedná o regenerativní proces. Vyplavování CO² se uskutečňuje čistou vodou, jež poté odchází přímo do odvodního kanálu. Surový plyn se získává z městské čističky (60%), ze skládek (30%), jakož i z některých malých regionálních úložišť močůvky. Vrcholy kvasných nádrží na fermentaci ční sedm metrů nad zemským povrchem, jejich dna jsou zapuštěna sedm metrů pod jeho úroveň. Obsah H₂S v surovém plynu činí 0,15 ppm.

Zařízení bylo postaveno firmou Malmberg Water AB a v provozu je od roku 2004.

Stavebnicový systém zařízení byl prefabrikován v Mälmo a na místě samotném navázán na stávající prvky. Problémy se vyskytují dosud, především znečištění plastů vnitř adsorpčního válce, obzvláště v létě, když je nižší kvalita čistoty vody

Čerpací stanice pro 20 městských autobusů s pohonem na bioplyn leží asi 10 minut vzdálená a je spojena potrubím (průměr 1,5 palce) se zpracovacím zařízením. Palivo je stlačeno a uskladněno v nádržích. Do kompresoru je dopraven plyn pod tlakem dvou až tří bar a přes tři stupně dochází ke zvýšení tlaku až na 250 bar. V létě je nutné plyn částečně přikupovat.

Obr. 7: Čerpací stanice na bioplyn v Norrköpingu, městské autobusy jsou zde tankovány přes noc

Zařízení na zužitkování odpadů v Trollhättanu

V Trollhättanu začaly první rozhovory o zařízení na bioplyn v roce 1992. Roku 1996 vyjely do městského provozu první autobusy na bioplyn, aktuálně má pohon na bioplyn osm vozů na odvoz komunálního odpadu, tři nákladní automobily, 17 autobusů a 120 osobních automobilů. Ze stanice na zušlechtění surového plynu vede plynové potrubí k čerpací stanici pro autobusy, kde jsou vozidla tankována přes noc. Vysokotlaká nádrž o objemu 15 m³ odpovídá asi 4000 m³ plynu za normálního tlaku.

Navštívena bylo i zařízení na separaci odpadů, kde je zpracováván biologický odpad na bioplyn. Zde shromážděný odpad pochází ze šesti měst, jež mají jednotný odpadový systém s barevnými odpadovými pytlí. Separace probíhá opticky podle barvy pytlů. Získaný bioplyn je transportován místní čtyři kilometry dlouhou plynovou sítí k zušlechtovací stanici, zbytkové bahno slouží k pokryvu skládky.

Obstarání automobilu s pohonem na bioplyn je v Trollhättanu podporováno investičním příspěvkem ve výši 1000 Euro. To odpovídá asi 50% vyšších nákladů ve srovnání s nákupem tradičního vozidla.

Obr. 8: Místní sběr odpadu se uskutečňuje v barevných pytlích, jež jsou v Trollhättanu opticky separovány. Z organického odpadu se vyrábí bioplyn.

Zpracování plynu v Lilla Edet

postup: proměnný tlak (PSA)

kapacita zpracování: 30 m³ surového plynu za hodinu

V zařízení v Lilla Edet se jedná o systém proměnného tlaku, podobného systému ve zkušebním zařízení v hornorakouském Puckingu. Zařízení v Lilla Edet je menšího typu a pracuje s odpadními vodami pro výrobu bioplynu. Za sebou má již osm až devět let zkušeností. Protože v okruhu 50 km od moře platí přísná ustanovení ohledně zatížení dusíkem, byla výstavba tohoto zařízení nezbytná. V budoucnosti by tento způsob zpracování měl být doplněn o druhou výrobní cestu – z čisté trávy. Ve Švédsku je polní hospodářství s množstvím zelených ploch velmi oblíbené, částečně pokrývá 50 až 60% zemědělství. Tráva se seká dvakrát až třikrát za vegetační období, zemědělci dostanou zpět odpovídající množství jako hnojivo pro svá pole.

Prvním krokem při výrobě bioplynu z odpadních vod je odstranění šterku a písku. Od spodu

je přes jemný systém pórů přiváděn vzduch, aby tím byla podnícena činnost bakterií. Tento krok stojí mnoho energie, je ale nutný, protože zařízení dříve fungovalo bez fermentační nádrže. Do ní je voda přímo napuštěna, čímž jsou energetické náklady sníženy a výroba bioplynu se zvýšila. Jako poslední krok se do ovzduší uvolní dusík prostřednictvím oxidace s účastí bakterií a kyslíku. Zbývající voda je odváděna do Severního moře. Bahno je dovezeno do bioplynového zařízení a zde ohřáno na teplotu 55 °C. Momentálně jsou aktivní dvě věže v sérii, dlouhodobě mají obě paralelně pracovat, jedna s bahnem, druhá s trávou. Po odstředění zbývá bahno a bioplyn. Vedle takto získaného bioplynu jsou využity zbytkové látky z bahna k zakrytí skládky, popřípadě ke zkvašení trávy pro přísun živin na zemědělské plochy.

Zušlechťovací stanice na bioplyn sestává minimálně ze čtyř válců. V každém válci stoupá tlak vždy do určitého limitu. Když je tento dosažen, přepustí se plyn do dalšího válce. Chladič plynu slouží k oddělení vody a plynu. Jedná se tady o chemickou adsorpci. Obsah vlhkosti a metanu jsou měřeny pro kontrolu kvality, H₂S nikoliv. V čistém plynu je obsah H₂S velmi omezený, postup je závislý na určení kvality.

Kompresorová stanice a čerpací stanice byly navštíveny na další cestě. Bioplyn tu stojí 5,9 SK/m³ (60 centů/m³), v každé nádrži se nachází 120 tlakových lahví, to odpovídá množství 2200 m³ a stačí této čerpací stanici na zhruba 14 dní.

Obr. 9: Čtyři adsorpční válce postupu proměnného tlaku

Zpracování bioplynu a čerpací stanice na bioplyn v Borasu

postup: LP Coaab-System

kapacita zpracování: 550 m³ surového plynu za hodinu

Původně zde bylo plánováno membránové oddělovací zařízení. Poté, co tři měsíce nefungovalo, bylo rozhodnuto o přeměně na LP Coaab-System. Tlak surového a čistého plynu činí 4 bar. Denní výkon zařízení je 2000 m³ čistého plynu. Vzniká tu 97% metan o tlaku 4 bar, který je přes čtyři stupně postupně navýšen na 325 bar. Produkce slouží jako pohonná hmota pro osobní automobily a autobusy, teprve při produkčním přebytku je bioplyn použit pro výrobu elektrického proudu.

Pro vázání H₂S, prachu atd. Jsou zde filtry s aktivním uhlím, jež musí být pravidelně

vyměňovány (stojí asi 5.000 SK = 500 Euro/filtr). Pro proces jsou přípustné maximální hodnoty H₂S 1 ppm, po ošetření aktivním uhlím činí tato hodnota méně než 0,1 ppm. CO₂ uniká, jinak se ale jedná o relativně uzavřený koloběh. Ceny zušlechťovacího zařízení, jakož i dvou vysokotlakých kompresorů (jeden na místě, druhý u skládky) činí 10 miliónů SK (1 milión Euro). Voda pro chlazení je podzemní a její opatření nezpůsobuje žádné náklady. Kompresory pocházejí od jedné firmy z Nového Zélandu. Maximální čistící kapacita obnáší 550 m³ za hodinu. Natankování jednoho autobusu trvá asi pět minut, jednoho osobního automobilu potom dvě minuty. Jeden m³ bioplynu stojí 8,99 SK (90 centů). Pořizovací náklady byly subvencovány z 33% státem a z 17% městem.

Obr. 10: Čištění bioplynu probíhá podobně jako při propírání tlakovou vodou, ovšem prostřednictvím chemické reakce.

Zpracování bioplynu v Laholmu

postup: propírání tlakovou vodou se selexolem

zpracovací kapacita: 500 m³ surového plynu za hodinu

Zařízení na výrobu bioplynu v Laholmu bylo postaveno v roce 1992 s cílem dostat pod kontrolu stoupající eutrofizaci Laholmské zátoky. Již v sedmdesátých letech se objevily první problémy s vysokým zatížením pobřežních vod nitráty ze zemědělské činnosti, v roce 1984 zde bylo dokonce zakázáno koupání.

Do provozu zařízení se zapojili i zemědělci z regionu. Dodávají produkty pro výrobu bioplynu a dostávají odpovídající množství bahna. V letech 1992 až 2000 byl takto vyrobený bioplyn využíván pro termické využití, v roce 2000 vybudovala firma Sydkraft tuto obohacovací zařízení v Laholmu. Od té doby je možné napájení do rozvodné sítě zemního plynu o objemu 250 m³ za hodinu. V roce 2002 byla velikost zařízení zdvojnásobena. Dnes je možná výroba 450 m³ čistého plynu za hodinu. Zajišťuje ji 7000 t odpadu za rok (odpady z masného průmyslu z okolí 150 km, komunální odpad z okolí 5 km), jakož i zemědělské produkty z regionu (65%). Každých šest týdnů jsou odebírány vzorky pro kontrolu kvality. Prostřednictvím propírání tlakovou vodou se selexolem je obsah metanolu 98 až 99% poměrně velmi vysoký. Obsah CO₂ činí 1,7%. Z nádrže je přimícháván propan pro napájení od rozvodné sítě zemního plynu, aby se zvýšil energetický obsah. Zařízení stálo 6,3 miliónu SK (630.000 Euro).

Obr. 11: Nádrž zušlechťovacího zařízení v Laholmu. V prostředku je vysoký adsorpční válec. Výrobní náklady: 1,5 centu za 1kWh čistého plynu

Zařízení na zplynování dřeva ve Värnamo

Elektrárna na dřevo v Värnamo odpovídá systému zařízení v Güssingu v rakouském Burgenlandu. V Güssingu se vyrábí bioplyn s velmi vysokým 40% obsahem vodíku. Výkon tohoto zařízení je i pro Švédy zajímavý, delegace jej navštíví na podzim 2005. Zařízení v Värnamo bylo vybudováno v letech 1991/92 a v provozu bylo v letech 1994 až 2000. Aktuálně je připravován nový projekt (Chrisgas). Při teplotě 1000 °C, tlaku 20 bar a cirkulaci dojde k oddělení popela od plynu. Plyn je pak ochlazen na 350 °C a vyčištěn filtrem. Šest hořáků ve spodu zařízení je uvedeno do činnosti, dokud není dosaženo teploty 450 °C. S keramickými filtry byly stále problémy, aktuálně jsou filtry ze sintrového kovu. Kompresor zvýší tlak na 10 bar. V bioplynu je obsaženo 10 až 12% vlhkosti, podíl prachových částic je závislý na použité surovině. Od dřeva po slaměné pelety funguje téměř všechno. V tomto zařízení byla většinou používána směs dřevěných odřezků a kůry. Při této velikosti se jednalo o zařízení pro čistě demonstrační účely. Kdyby mělo být usilováno o komerční využití, muselo by být celé zařízení desetkrát větší při stejném stavu personálu. Palivový příkon činí 18MW a vyprodukuje se 6MW elektrické a 9MW tepelné energie. Protože se jednalo o čistě demonstrační zařízení, nebyl výkon optimalizován.

Ve fázi příprav se nachází nový systém. CHRISGAS – Clean Hydrogen-rich Synthesis GAS – je nový pětiletý projekt, jenž začal na konci roku 2004. Místo vzduchu je zde pro získávání metanu využít kyslík a vodní pára o tlaku 10 bar. Filtr na horký plyn je v provozu při teplotě 950 °C, v případě potřeby se používá chladič. Optimální poměr CO a vodíku činí 1 : 2. Když bude pilotní projekt úspěšný, bude možno plánovat výrobu biopaliv. Jetě je ovšem otevřená otázka, který produkt tu má být syntetizován. Na rok 2006 je plánována přestavba zařízení a v letech 2008/09 má být zahájen provoz. Stavba a provoz zařízení dosud stály 40 miliónů Euro, částkou 8 miliónů projekt subvencovala EU, dalšími 8 milióny pak stát. Ve srovnání s jinými zařízeními se zde jedná o čistě výzkumný provoz.

Obr. 12: Zařízení na zplynování dřeva v Värnamo (toho času mimo provoz).

Bioplyn v dopravním sektoru

Technické možnosti, potenciál a klimatická důležitost

Werner Pölz

Stefan Salchenegger

Vídeň, 2005

Nasazení bioplynu v dopravním sektoru je dobrou možností, jak snížit emise z motorových vozidel a učinit tak příspěvek k naplnění směrnice ohledně využití biopaliv. Potenciál použitých substrátů je k dispozici, také technické možnosti a rovněž výroba bioplynu a výrobci motorových vozidel existují. To je doloženo příklady z různých evropských států.

V Rakousku je velký potenciál pro výrobu bioplynu. Především s ohledem na naplnění směrnice v oblasti biopaliv může hrát bioplyn v Rakousku rozhodující roli. Podstatná přednost bioplynu je, že osevní plocha jednoho ha kukuřice stačí na výrobu cca 40.000 kWh. V protikladu k tomu z jednoho ha řepky na výrobu bionafty lze získat energetické maximum 9.940 kWh.

	Výroba bioplynu	Metan na tunu substrátu
Chov užitkových zvířat	670 mil. m ³	180 – 200 m ³
Pěstování energetických plodin	1.1.800 mil. m ³	350 – 400 m ³

Tabulka: Technický potenciál pro výrobu bioplynu

Pokud vyjdeme z této studie sledovaných substrátů energetických plodin a exkrementů užitkových zvířat, můžeme hovořit o celkovém teoretickém potenciálu cca 2,47 mld. m³ bioplynu v Rakousku. Z tohoto potenciálu lze s energetickým obsahem 6,5 kWh na m³ bioplynu a při předpokládaných 6% ztrátách vyrobit energii v množství 15 mld. kWh. Celková spotřeba energie v rakouském dopravním sektoru v roce 2003 obnášela 56 mld. kWh. Při nasazení celého potenciálu pro výrobu bioplynu v dopravním sektoru by bylo možno nahradit asi 27% konvenčních pohonných hmot.

Pro nasazení bioplynu jako pohonné hmoty je však potřebné podporovat též vozidla s pohonem na zemní plyn, jakož i vytvoření nezbytné infrastruktury. Také větší průnik vozidel

s pohonem na zemní plyn na rakouský trh je základním předpokladem. Jako úvodní možnost se nabízejí ojedinělé autobusové flotily, jež jsou vybaveny motory speciálně pro tento druh paliva.

Tato studie se pokusila zjistit potenciál bioplynu jako pohonné hmoty v dopravním sektoru. S pomocí počítačového modelu jménem GEMIS byly vyhotoveny ekologické bilance k výpočtu emisí skleníkových plynů a škodlivin. Byly zohledněny jak přímé emise vyprodukované vozidlem, tak i tzv. přenesené procesy.

Autoři studie docházejí ke zjištění, že nasazení bioplynu jako pohonné hmoty vede nejen k redukci skleníkových plynů, ale i k snížení emisí škodlivin v ovzduší. Je pozoruhodné, když u vozidel s pohonem na bioplyn nebo na zemní plyn byl podřízen současný technologický standard, zatímco u vozidel s dieselmotorem je technologický pokrok zohledněn do roku 2010.

Zobrazení 1: Znázornění redukčních potenciálů celkových emisí skleníkových plynů referenčními technologiemi dieselmotor (2010), zemní plyn (2005) a bioplynové scénáře ve srovnání s průměrným osobním automobilem s dieselmotorem v roce 2004.

Jak ukazuje zobrazení 1, poskytuje bioplyn úsporný potenciál z hlediska emisí skleníkových plynů do 20 do 53% ve srovnání s průměrným vozidlem s dieselmotorem z roku 2004. Ze zobrazení jsou podíly přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů patrné.

Při sledování celkových emisí (přímých a nepřímých) mají vozidla s pohonem na bioplyn ve srovnání s vozidly s dieselmotorem v referenčním roce 2004 lepší bilance u všech škodlivin. Vysoké emise u bioplynu z energetických plodin vznikají pěstování a zpracování surového plynu. Také dovoz substrátů do centrálních zařízení nákladními automobily s dieselmotorem platí jako nepřímý zdroj emisí. Podstatný příspěvek s celkovým emisím znamená také spalování v bioplynových zařízeních na předměstí pro výrobu tepla. Nejlépe obstál scénář decentralizovaných bioplynových zařízení s močůvkou jako substrátem, neboť na něj nepřipadají žádné nepřímé procesní emise spojené s transportem.

Zobrazení 2: Ideální scénář – celkový emisní ekvivalent CO² v g/Pkm pro referenční technologie dieselmotor a pohon na zemní plyn a dva vybrané scénáře za „ideálních“

procesních podmínek.

Pokud srovnáme výsledky ideálního scénáře s emisemi průměrného vozidla s dieselmotorem z roku 2004, jsou redukce téměř všech škodlivin viditelné. To se týká především emisí skleníkových plynů, jakož i NO² a prachu.

Následně může být zachyceno, že bioplyn na základě vysokého množstevního potenciálu může přispět rozhodujícím způsobem k naplnění směrnice o biopalivech. Kromě toho lze takto dosáhnout enormní redukce emisí skleníkových plynů.

Právě u kritických hodnot škodlivin NO² a pevných částic nabízí bioplyn jako pohonná hmota proti vozidlům s dieselmotorem vysoký potenciál (podle scénáře včetně nepřímých procesních emisí) k redukci celkových emisí. Předpokladem pro uvedení bioplynu na trh do sektoru dopravy je však vytvoření infrastruktury, sestávající z dostatečné sítě čerpacích stanic na plyn, jakož i použitelnosti vozidel na zemní plyn. Proto musí být vytvořeny vhodné politické a zákonné rámcové podmínky. K tomu patří vedle stanovených napájecích podmínek do rozvodné sítě zemního plynu také střednědobé daňové zajištění.

Vedení projektu: Stefan Salchenegger

Autoři: Werner Pölz, Stefan Salchenegger

Celková koordinace: Elisabeth Friedbacher

Tato studie byla sestavena z pověření Spolkového ministerstva pro dopravu, inovace a technologie.

Další informace na: <http://www.umweltbundesamt.at>

Úvod

Energetická bezpečnost a zásobení elektrickou energií jsou častým tématem mnoha rozhovorů. Není divu, vždyť domácnosti a podniky jsou při plnění svých úkolů odkázány na zabezpečené dodávky energie. Přerušení dodávek plynu z Ruska již ukázalo, jak je zásobování energií závislé na cizině.

Nyní se otevírá široká diskuse na téma energie. Výhodou je, že se mnozí lidé zamýšlejí nad dalším smysluplným vývojem energetického systému v Rakousku. Jako příspěvek k této diskusi zveřejnil Rakouský spolek pro biomasu předkládanou publikaci o různých ukazatelích a klíčových datech rakouského energetického hospodářství.

Čísla z minulosti jsou z velké části převzata z dat publikovaných jako Statistik Austria na internetu. Byla graficky zpracována a zhuštěna.

Scénáře vývoje do roku 2020 se opírají o odhady ekoenergetických svazů, o výhody evropského energetického a klimatického balíčku, jakož i o energetické prognózy rakouského Institutu pro výzkum hospodářství (WIFO). Čísla se vztahují převážně na primární energii, protože dostatečné soubory dat dosud nejsou k dispozici. Zpravidla jsou podíly obnovitelné energie na bázi koncové energie o dvě procenta vyšší než na bázi primární energie.

Rakouský spolek pro biomasu se snaží touto publikací přinést příspěvek k zvětšení aktuální energetické diskuse.

Heinz Kopetz, Ernst Scheiber, Vídeň, únor 2009

Nástin problematiky

Hrubá spotřeba energie v Rakousku dosáhla v roce 2006 svého dosavadního vrcholu hodnotou 1.463,9 PJ. V roce 2007 klesla o 43 PJ. Uplatnění obnovitelných zdrojů energie dosáhlo v roce 2007 číslem 358,9 PJ své dosavadní nejvyšší hodnoty, což odpovídá 25,3% celkových zdrojů energie. V rámci obnovitelných zdrojů energie byla v roce 2007 biomasa s odstupem nejvýznamnějším nositelem energie. Z uvedené hodnoty 358,9 PJ připadá 59% právě na biomasu, 36% na vodní energii a zbývajících 5% na větrnou energii, solární energii, fotovoltaiku a geotermální energii.

Hrubá domácí spotřeba energie vzrostla v letech 2000 až 2007 o 199 PJ, tedy o 16%. Spotřeba fosilní energie vzrostla o 128 PJ, a spotřeba energie z každého z obnovitelných zdrojů energie o 71 PJ.

Ve sledovaném období klesl podíl vodní energie o 21 PJ, zatímco podíl biomasy vzrostl o 82 PJ, podíl větrné energie o 7 PJ a podíl solární energie o 2%. Biomasa a větrná energie dosáhly do roku 2007 obzvláště dynamických přírůstků, především díky ekoenergetickému zákonu z roku 2002, zatímco vodní energie zaznamenala značnou újmu, částečně jako následek sucha. Potenciál vzrůstu obnovitelných zdrojů energie byl pro léta 2005 až 2020 stanoven na 201 PJ (na celkovou hodnotu 519 PJ v roce 2020), z čehož připadají více než tři šestiny na biomasu a asi jedna šestina na vodní energii, solární energii a fotovoltaiku.

Aby mohly být dosaženy energetického a klimatického balíčku EU, musela by se spotřeba energie stabilizovat těsně pod úrovni roku 2007. Bude-li potenciál obnovitelných zdrojů energie vyčerpán, zvýší se jejich podíl v roce 2020 na cca 37% primární energie, to odpovídá asi 39% koncové energie. Spotřeba fosilní energie by pak byla o více než 200 PJ nižší než v roce 2005.

Tyto cíle nejsou dosažitelné, pokud dojde k výstavbě řady velkých elektráren na fosilní paliva, které by při objemu výstavby spotřebovaly o asi 85 PJ více fosilní energie. Při zachování současného směru energetické politiky, jak byla zatím až do roku 2008 uplatňována, by spotřeba energie celkově a fosilní energie zvláště dále vzrůstala, zatímco podíl obnovitelných zdrojů energie by stagnoval na hodnotě 23%. Předpoklady EU mohou být splněny jen díky nové energetické politice. To platí zvláště pro tepelný a elektrárenský sektor, ale také pro snížení spotřeby energie v dopravě.

Situace v roce 2007

V roce 2007 činila hrubá domácí spotřeba energie v Rakousku 1.421 PJ, byla tedy o 25,4% nižší než v roce 2005. Podíl obnovitelných zdrojů energie činil v roce 2007 358,9 PJ, tedy 25,3%. To odpovídá ve srovnání s rokem 2005 přírůstek o 40,9 PJ.

2007	TJ	%
Elektrická energie	23.827	1,68
Uhlí	162.674	11,45
Ropa	580.457	40,85
Plyn	295.161	20,77
Obnovitelná energie	358.910	25,26
	1.421.029	100

2006	TJ	%
Elektrická energie	24.661	1,68
Uhlí	171.198	11,69
Ropa	608.397	41,56
Plyn	315.391	21,54
Obnovitelná energie	344.294	23,52
	1.463.941	100
2005	TJ	%
Elektrická energie	9.595	0,66
Uhlí	169.003	11,68
Ropa	603.926	41,75
Plyn	345.876	23,91
Obnovitelná energie	318.051	21,99
	1.446.451	100

Shrnutí využití obnovitelných zdrojů energie v roce 2007 je jasně poznatelné z tabulky.

Bimasa, zvaná též palivové dříví, biogenní palivo nebo hořlavé odpady, je co do množství nejvýznamnější obnovitelný zdroj energie, následovaný vodní energií.

2007	TJ	%
Palivové dřevo	64.464	17,96
Biogenní paliva	118.302	32,96
Teplo z okolí	8.983	2,50
Hořlavé odpady	30.270	8,43
Vodní energie	129.575	36,10
Vítr/fotovoltaika	7.315	2,04
2007	TJ	%
Biomasa	213.036	59,36
Vodní energie	129.575	36,10
Solární energie/ teplo z okolí	8.983	2,50
Vítr/fotovoltaika	7.315	2,04
	358.909	100,00
2006	TJ	%
Palivové dřevo	69.627	20,22
Biogenní paliva	105.818	30,73
Teplo z okolí	8.315	2,42

Hořlavé odpady	28.613	8,31
Vodní energie	125.561	36,47
Vítr/fotovoltaika	6.360	1,85
2006	TJ	%
Biomasa	204.058	59,27
Vodní energie	125.561	36,47
Solární energie/teplo z okolí	8.315	2,42
Vítr/fotovoltaika	6.360	1,85
	344.294	100,00
2005	TJ	%
Palivové dřevo	72.538	22,81
Biogenní paliva	83.431	26,23
Teplo z okolí	7.698	2,42
Hořlavé odpady	20.402	6,41
Vodní energie	129.150	40,61
Vítr/fotovoltaika	4.832	1,52
2005	TJ	%
Biomasa	176.371	55,45
Vodní energie	129.150	40,61
Solární energie	7.698	2,42
Vítr/fotovoltaika	4.832	1,52