



# BIOGAZ

## CHP

# BESANÇON

## (Francja)

Szereg gmin bada możliwości wykorzystania biogazu zamiast oleju opałowego, jako energii odnawialnej wytwarzanej w procesie gazyfikacji odpadów komunalnych względnie odpadów rolniczych lub z oczyszczalni ścieków. Na przykład, Miasto Besançon – członek stowarzyszenia Energie-Cités – wykorzystuje, wytwarzany w swojej oczyszczalni ścieków, biogaz równocześnie do produkcji ciepła i energii elektrycznej w jednym procesie określanym jako skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła (combined heat and power – CHP). Proces ten umożliwia podniesienie sprawności energetycznej do 80% i ponad, w zależności od zastosowanej technologii.

## MIASTO

Besançon jest stolicą regionu Franche-Comté. Miasto liczy około 120 000 mieszkańców. Jego centrum jest położone w zakolach rzeki Doubs. Nad centrum miasta góruje Cytadela – fortyfikacja wzniesiona przez Vauban'a. W XVIII wieku szwajcarscy zegarmistrzowie osiedlili się w mieście tworząc tradycję zegarmistrzowską. Działalność ta została stopniowo zastąpiona przez mikrotechnikę.

### Dane klimatyczne:

Stopniodni (podstawa 18 °C): 2 878



## TŁO PROJEKTU

Besançon jest jednym z miast francuskich, w których do tradycji gminy należą szeroko pojęte sprawy kierowania zapotrzebowaniem na energię, zainteresowanie źródłami energii odnawialnej i środowiskiem. W 1977 roku utworzono stanowisko zastępcy burmistrza do spraw środowiska. Pośród wielu działań przeprowadzonych przez gminę Besançon warto wymienić następujące przedsięwzięcie: skomputeryzowanie zarządzania budynkami należącymi do gminy, polegające na śledzeniu i monitorowaniu przez komputer zużycia energii w każdym oddzielnym budynku. System ten pozwala na monitorowanie, sterowanie oraz zdalne regulowanie 160 kotłów, i zarazem dostarcza dane dotyczące technicznych i finansowych współczynników, które mogą być wykorzystane do porównania eksploatacyjnych wskaźników budynków, jak również do corocznego bilansowania zużycia energii. Po koniec lat 80-tych, Besançon wprowadziło zdalne kierowanie i sterowanie systemem oświetlenia publicznego. Ten skomputeryzowany system steruje zużyciem energii elektrycznej do oświetlenia publicznego. Jest on także przydatny do optymalizacji kontraktów zawieranych na dostawę energii elektrycznej.

Od 1992 roku, w głównych biurach gminy Besançon korzysta się z energii geotermalnej. Kocioł centralny o mocy 2 MW wraz z małą siecią ciepłowniczą podłączono do pomieszczeń w głównych biurach gminy, w której woda jest ogrzewana przez równoległe działającą pompę ciepła, czerpiącą energię z wody podziemnej.

# DOŚWIADCZENIE MIASTA BESANÇON

Od 1968 roku w Port Douvot działa oczyszczalnia ścieków. W 1978 roku uruchomiono główną linię obróbki ścieków przewidzianą na 120 000 mieszkańców. W 1992 roku oczyszczalnię rozszerzono o dodatkową instalację dla 80 000 mieszkańców. Obie linie oparte są na technologii aktywnego osadu po wstępnych osadnikach. Średnie obciążenie instalacji wynosi obecnie około 145 000 mieszkańców. W 2001 roku obróbce biologicznej poddawano około 35 000 m<sup>3</sup> ścieków na dobę.

## Obróbka osadu

Proces obróbki, który jest wspólny dla obu linii składa się z trzech stopni: zagęszczania, gnicia (fermentacji) i odwadniania. Gaz powstaje w procesie gnicia. Osad podgrzany do



temperatury 37 °C mieszaný zostaje z wolnym tlenem znajdującym się w atmosferze i w ten sposób powstają warunki do wzmożonej działalności biologicznej. Trzy tygodnie później, po zakończeniu fazy fermentacji, zawartość suchej masy zostaje zredukowana o jedną trzecią. Dziennie powstaje około 3 500 m<sup>3</sup> biogazu zawierającego 65% metanu. Przefermentowany osad zostaje odwodniony przed ponownym zastosowaniem w rolnictwie. Wytwarzanie biogazu jest ściśle

powiązane z zawartością składników organicznych wprowadzonych do procesu fermentacji. 1 kg masy organicznej daje maksimum 0,5 Nm<sup>3</sup> biogazu. Optymalizacja produkcji zależy ściśle od warunków fermentacji.

## Wykorzystanie biogazu

Wytworzony w procesie fermentacji biogaz stosowany jest na miejscu w zakładzie CHP do równoczesnej produkcji ciepła i energii. Pierwszy zakład działał od 1980 do 1993 roku. Składał się on z szeregu małych 1 000 m<sup>3</sup> turbin wytwarzających po 11 kW każda.

W 1993 roku ogłoszono przetarg w celu podniesienia wydajności instalacji, która stała się już przestarzałą. Do dostarczenia i zmontowania instalacji JENBACHER CHP, która miała zagospodarować wszystkie wytwarzany biogaz, zostało wybrane przedsiębiorstwo CEGELEC. Odtąd biogaz jest przechowywany w dwóch rodzajach urządzeń. Przechowuje się go w 3 zbiornikach gazu o pojemności 1 200 każdy i ciśnieniu około 15 mbar. Drugi zbiornik, do dodatkowego przechowywania gazu, o pojemności 70 m<sup>3</sup> i ciśnieniu 30 barów (tj. około 2 100 Nm<sup>3</sup>) umieszczony jest nad komorami fermentacyjnymi.

Średni poziom wytwarzanego obecnie gazu zapewnia działanie zespołów CHP do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, od 12 do 16 godzin na dobę przy zużyciu 220 Nm<sup>3</sup> na godzinę. Zastosowanie zbiorników ciśnieniowych do przechowywania gazu umożliwiło dopasowanie produkcji energii do dziennego zapotrzebowania elektryczności. Energia cieplna maszyn wykorzystywana jest do podgrzewania osadu w zbiornikach fermentacyjnych za pomocą wodnych rurowych wymienników ciepła (od 7 000 do 10 000 kWh ciepła dziennie). Dodatkowy biogaz do podgrzewania kotłów stosowany jest do wspomoczenia procesu w przypadku, kiedy następuje krótkotrwały spadek produkcji z powodu niedoboru ciepła. Jeżeli nie zdarzy się błąd techniczny, to instalacja jest samowystarczalna po względem energii cieplnej i nie wytwarza nadwyżek w zimie. Temperatura osadu w zimie jest niższa, co powoduje, że termiczne potrzeby są wyższe aniżeli w pozostałej części roku i wszystkie wytwarzany biogaz jest spalany.

Oczyszczalnia ścieków, poza okresami szczytu, otrzymuje z sieci zasilającej 930 kW. Prawie cała energia elektryczna wytwarzana przez system ciepłno-energetyczny – CHP jest zużywana przez oczyszczalnię. W ciągu pierwszych czterech lat działania własna produkcja pokrywała jedną czwartą zapotrzebowania na energię elektryczną. W okresie zimowym, podczas obciążenia szczytowego, sprzedaż do EDF (Francuskiej Sieci Elektrycznej) ma znaczenie marginalne, ze względu na optymalizację wyłączeń punktów poboru w samej oczyszczalni ścieków.

### Charakterystyka techniczna zakładu do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła – CHP, oraz dane produkcyjne

| WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PRODUKCJA ENERGII                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Turbina gazowa (dane od producenta)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 cylindrów w układzie V</li> <li>• pojemność 30 litrów</li> <li>• turbodoładowanie z wymiennikiem</li> <li>• moc na wale mechanicznym: 630 KM przy obrotach <math>1\,500\text{ min}^{-1}</math></li> <li>• moc cieplna: 567 kW</li> <li>• sprawność elektryczna: 37,1%</li> <li>• sprawność cieplna: 46,3%</li> <li>• sprawność całkowita: 83,4%</li> </ul> <p>Generator <b>STAMFORD</b>:<br/>450 kW przy 400 V</p> | <b>Energia elektryczna (liczby zaokrąglone)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1995 : 1 518 000 kWh</li> <li>• 1996 : 1 306 000 kWh</li> <li>• 1997 : 1 506 000 kWh</li> <li>• 1998 : 885 000 kWh</li> <li>• 1999 : 782 000 kWh</li> <li>• 2000 : 1 248 000 kWh</li> <li>• 2001 : 551 000 kWh</li> </ul> <p><b>Produkcja ciepła:</b><br/>7 000 do 10 000 kWh dziennie</p> |

### Finansowanie

Instalacja została sfinansowana w zasadniczej części przez Wydział Sanitarny Zarządu Besançon z pomocą Rhone Mediterranem Corsica Water Agency.

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| Fundusze sanitarne Gminy Besançon          | 368 900 € |
| Rhone, Mediterranean, Corsica Water Agency |           |
| • subwencja                                | 201 200 € |
| • pożyczka zwrotna                         | 100 000 € |
| Koszt instalacji                           | 670 100 € |

### Utrzymanie w ruchu

Koszty utrzymania w ruchu w okresie pierwszych czterech lat działania okazały się wyższe aniżeli przewidywano, podczas gdy udział energii elektrycznej wytworzonej w miejscowej oczyszczalni ścieków w Besançon był mniejszy.

| Rok  | Udział procentowy własnej produkcji | Koszt utrzymania w ruchu (€, liczby zaokrąglone) | Skrajny koszt wytworzenia kWh (€ - centy, bez podatków) |
|------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1995 | 28%                                 | 23 800                                           | 1,58                                                    |
| 1996 | 24%                                 | 27 000                                           | 2,10                                                    |
| 1997 | 28%                                 | 47 000                                           | 3,13                                                    |
| 1998 | 16%                                 | 34 000                                           | 3,86                                                    |



Równocześnie wystąpiły rozmaite zjawiska: ilość wyprodukowanej energii elektrycznej nie była zgodna z oczekiwaniami; koszty utrzymania w ruchu rosły; konsekwencją tego był wzrost od 1995 roku skrajnych kosztów wyprodukowanej kWh; podczas, gdy ceny elektryczności spadają.

Wymienione czynniki spowodowały, że gmina Besançon wytwarza ciepło i energię tylko przez pięć miesięcy w okresie „zimowych” stawek EDF. W zimie

stosowane są trzy stawki od 0,145 do 0,047 €, w zależności od pory dnia, przy czym najniższa stawka odpowiada porze nocnej, poza szczytem obciążenia. W lecie stawki są znacznie niższe, mieszczą się w zakresie pomiędzy 0,03 a 0,021 €. Ponieważ roczny koszt wytwarzania jednej kilowatogodziny wynosi 0,039 €, to tak niezwykle niskie ceny powstrzymują od produkcji energii elektrycznej w lecie. Podjęta decyzja pozwoliła także gminie Besançon rozłożyć amortyzację urządzeń na dłuższy okres i utrzymać korzyści uzyskiwane z większości rozliczeń za energię elektryczną. W porze letniej biogaz stosowany jest do podgrzewania osadu sposobem kombinowanym: biogaz/olej opałowy (olej opałowy stosowany jest do rozpoczęcia fermentacji lub do podtrzymania procesu w przypadku toksycznego skażenia wpływającego na spowolnienie działania bakterii metanotwórczych). Dlatego wytwarzana nadwyżka musi być spalana bez zastosowania jej do produkcji energii.

## OCENA PROJEKTU I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Doświadczenie Besançon jest dobrym przykładem, który wskazuje, że ceny energii mają wpływ na rozwój procesu CHP (skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła) oraz na zastosowanie źródeł energii odnawialnej. Jeżeli nawet koszt produkcji jednej kWh z biogazu jest jednym z najtańszych w porównaniu z innymi źródłami energii odnawialnej, to w obecnej sytuacji stawki stosowane przez EDF powstrzymują rozwój takich technik we Francji. Obniżenie cen za elektryczność spowodowało, że gmina Besançon zamyka zakład CHP na siedem miesięcy związanych z letnimi stawkami EDF, akceptując tym samym niepełne wykorzystanie biogazu. O ile przyjęte rozwiązanie okazuje się być, z ekonomicznego punktu widzenia, mniej kosztowne, to rozważając efektywność produkcji jest ono o wiele mniej stosowne. Biorąc pod uwagę krańcowo niskie ceny energii elektrycznej w lecie, energia produkowana w procesie CHP (ze sprawnością 80%) zostanie zastąpiona elektrycznością (która jest wytwarzana przy współczynniku sprawności około 35%). Jeśli celem polityki energetycznej będzie wzrost sprawności energetycznej w sektorze produkcji energii oraz popieranie źródeł energii odnawialnej, to niezbędnym jest podjęcie następujących kroków:

- większe subsydia dla źródeł energii odnawialnej,
- bardziej atrakcyjne ceny zakupu, które powinny umożliwić zintegrowanie planowania źródeł energii

## WIĘCEJ INFORMACJI

Bruno MANEVAL  
Ville de Besançon  
2, rue Mégevand  
FR – 25 000 BESANÇON  
Tel: +33 381 61 51 29  
Fax: +33 381 61 51 76  
E-mail: [b.maneval@besancon.com](mailto:b.maneval@besancon.com)

Opracowanie to zostało wykonane przez Energie-Cités we współpracy z Zarządem Miasta Besançon. Środki finansowe pozyskano z Komisji Europejskiej, Program ALTENER DGXVII.



Polska edycja została wykonana przez Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” i dofinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie.

