



# 13

## Nowe rozwiązania w zakresie pozyskiwania biogazu według technologii MT-ENERGIE®

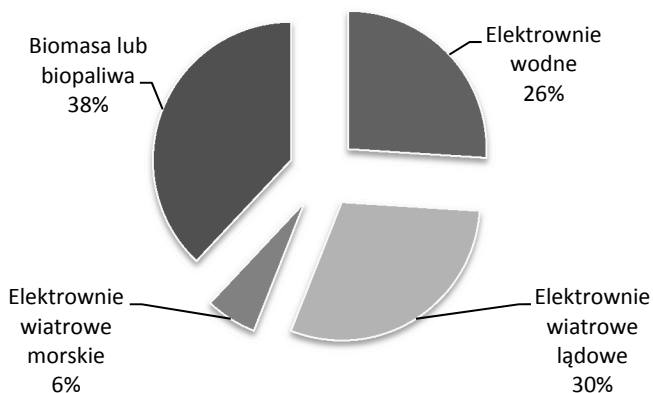
*Kazimierz Szymański*  
*Politechnika Koszalińska*

### 1. Wstęp

Kryzys energetyczny, z którym boryka się cały świat, stanowi również poważne zagrożenie dla Polski, która, podobnie jak pozostałe kraje Unii Europejskiej, zmuszona jest do poszukiwania nowych źródeł energii, które będą przyjazne dla środowiska a koszty pozyskiwania z nich energii będą niższe od dotychczasowych [15, 18, 25]. Za taką uważa się produkcję energii odnawialnej otrzymywanej z biomasy. Całościowe zasoby tego surowca w Polsce nie są jeszcze dokładnie oszacowane. Szacunki takie wykonali jedynie nieliczni prywatni inwestorzy, w posiadaniu których znajduje się duży areal gruntów przydatnych do produkcji biomasy. Wobec powyższego istnieją poważne przesłanki do budowy instalacji produkujących biogaz, jako nośnika ekologicznej energii [19, 22, 23].

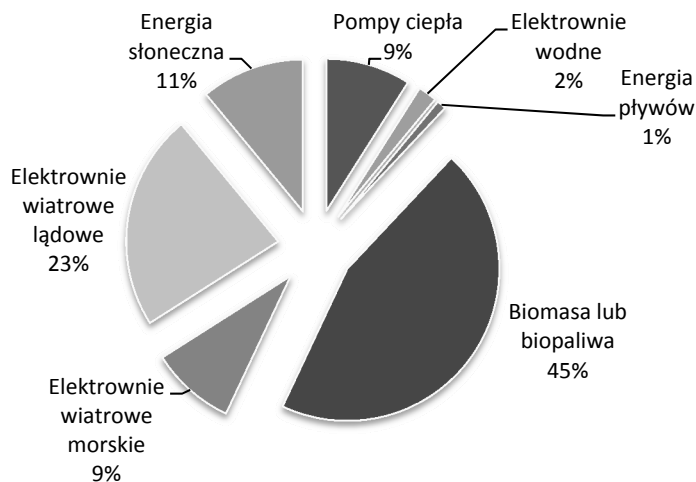
W Europie znajduje się szereg biokompostowni produkujących biogaz z masy zielonej. Dobry przykład tego rodzaju instalacji w Europie znajdujemy m.in. w Niemczech, Danii i Szwecji. Instalacje tego typu pracują tam od wielu lat i jako alternatywne źródła energii stanowią cenne uzupełnienie pojawiających się niedoborów energii elektrycznej. Inwestycje te mają charakter innowacyjny i są dobrze oceniane przez uczelnie, instytuty naukowe, inżynierskie stowarzyszenia naukowo-techniczne i in., promujące odnawialne źródła energii w ramach tzw.

„Programu Rozwoju Biogazowni Rolniczych w Polsce do roku 2020”, oraz zalecenia unijne (rys. 1, 2).



**Rys. 1.** Odnawialne źródła energii. Procentowy udział poszczególnych źródeł w 2006 roku

**Fig. 1.** Renewable energy sources. Percentage share of individual sources in 2006



**Rys. 2.** Odnawialne źródła energii. Przewidywany procentowy udział w 2020 roku poszczególnych źródeł

**Fig. 2.** Renewable energy sources. Estimated percentage share in 2020 of individual sources

Intencje te zawiera, sporządzony w konsultacji z ww. środowiskami, dokument rządowy pod nazwą „Rozwój energetyki rozproszonej do 2020 r. w oparciu o biogaz z biomasy pochodzenia rolniczego” [1, 2, 3, 5, 11].

## **2. Podstawy teoretyczne produkcji biogazu z biomasy**

Biogaz, stanowi głównie mieszaninę metanu (50÷70%), tlenków węgla, amoniaku, siarkowodoru oraz innych gazów występujących w ilościach śladowych [12, 13, 14, 17]. Produkcja tego czynnika energetycznego polega na kontrolowanym procesie beztlenowego rozkładu bioodpadów (przykładowo odpadów roślinnych). Proces ten jest swoistym rodzajem sterowanej fermentacji beztlenowej i polega na biologicznym rozkładzie i stabilizacji substratów organicznych w warunkach beztlenowych, w których substancje organiczne przekształcane są w ww. składniki lotne [20]. Proces ten zachodzi przy współdziałaniu mikroorganizmów, w tym bakterii metanogennych np. *Archaeobacteriales*. Dotychczas wyizolowano ponad 40 szczepów metanogenów. Bakterie te występują w postaci pałeczek, spirali lub ziarniaków. Czas generacji bakterii metanogennych mieści się w granicach od 15 do 85 godzin i zależy głównie od temperatury prowadzenia procesu (35÷45°C) i odczynu pH (optymalne około 7). Bakterie te są wrażliwe na wahania temperatury, tym samym w instalacji wymagane są warunki w których te zmiany nie przekraczają 2°C. Powstały biogaz jest wysokoenergetycznym paliwem, które łatwo może być wykorzystywane do produkcji różnych form energii. Materiał przefermentowany, zasobny w substancje humusowe i biogenne może być bezpośrednio lub po dalszej stabilizacji tlenowej, magazynowany i wprowadzany do gleby jako nawóz organiczny. Proces ten wówczas zalicza się do tzw. recyklingu organicznego.

Procesowi fermentacji beztlenowej poddają się łatwo osady ściekowe, pochodzące z miejskich oczyszczalni ścieków, jak też mieszaniny tych osadów z odpadami roślinnymi [6, 14]. Mieszanina wspomnianych składników umożliwia:

- uzyskanie większej wydajności biogazu,
- zagospodarowanie osadów ściekowych, które dotychczas najczęściej deponowano na składowiskach.

Fermentacja beztlenowa bioodpadów jest obecnie uznawana w świecie za najbardziej racjonalny sposób zagospodarowania substancji organicznych. Rozwój technologii fermentacji wymuszony został kryzysem energetycznym oraz lawinowym przyrostem ilości szeroko pojętych odpadów organicznych. Podstawową zaletą procesu fermentacji jest otrzymywanie biogazu, w którym głównym składnikiem jest metan. Kolejnym produktem (stałym) procesu fermentacji jest materiał o właściwościach nawozowych, który po higienizacji jest bezpieczny dla środowiska, jak też nie wykazuje skłonności do zagniwania.

Jak wspomniano wcześniej fermentacja metanowa może być prowadzona w następujących warunkach:

- psychrofilowych, wówczas temperatura nie przekracza  $20^{\circ}\text{C}$ ,
- mezofilowych, a temperatura procesu waha się w przedziale  $30\div 38^{\circ}\text{C}$ ,
- termofilowych, gdzie temperatura zawiera się w przedziale  $45\div 55^{\circ}\text{C}$ .

Z prowadzonych badań wynika, że preferowane są warunki termofilne. Optymalizacja procesu powinna jednak uwzględniać sposób pozyskania frakcji organicznej oraz budowę instalacji w której stworzone będą właściwe warunki fermentacji [7, 16]. Najczęściej stosuje się trzy podstawowe technologie fermentacji:

- jednostopniowe,
- wielostopniowe,
- dwufazowe.

W oparciu o dotychczas prowadzone badania z uwzględnieniem technologii MT-ENERGIE® brano pod uwagę trzy fazy: fermentacyjna, acidofilna i metanogenna. Według dynamicznego modelu zaproponowanego przez różnych badaczy, uwzględniono jeszcze etap hydrolityczny, który determinuje szybkość przebiegu procesu. Zaleca się wówczas fermentację, której poddana jest mieszanina części organicznej odpadów zielonych i osadów ściekowych. Obliczona stała szybkości reakcji tego procesu w temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$  wynosiła  $0,003\div 0,15\cdot\text{d}^{-1}$ , a w temperaturze  $40^{\circ}\text{C}$   $0,24\div 0,47\cdot\text{d}^{-1}$ . Z przeprowadzonych badań wynika, że szybkość reakcji hydrolizy z jednoczesnym wzrostem biorozkładu materii, zależy od adsorpcji enzymów hydrolitycznych w rozkładanej substancji.

Fermentacja metanowa jest procesem labilnym, na który bardzo duży wpływ mają zarówno czynniki zewnętrzne jak i wewnętrzne. Do

podstawowych parametrów, decydujących o prawidłowym przebiegu procesu zaliczamy również:

- skład chemiczny materiału, poddawanego fermentacji – przykładowo w przypadku części organicznej odpadów komunalnych proces fermentacji, w zależności od wilgotności, można podzielić na dwa typy:
  - „mokra”- zawartość s.m. wsadu < 15%,
  - „sucha”- zawartość s.m. wsadu w przedziale 15%÷40% [14];
- temperaturę – wzrost temperatury przyspiesza procesy rozkładu związków. Maksymalna temperatura zdeterminowana jest jednak cechami obecnych mikroorganizmów a jej dalszy wzrost powoduje spadek szybkości reakcji, spowodowany denaturacją białek bakterii;
- czas trwania procesu – najczęściej spotykana fermentacja mezofilowa osadów ściekowych trwa około 20 dni;
- potencjał utleniająco-redukujący;
- odczyn – ze względu na buforujące działanie słabych kwasów nieorganicznych (np. węglowego, siarkowodorowego) zawiera się w przedziale 6,8÷7,5;
- zawartość lotnych kwasów tłuszczowych oraz zasadowość;
- obecność substancji toksycznych [24].

Proces fermentacji biomasy pochodzenia rolniczego podlega takim samym uwarunkowaniom technologicznym, jak fermentacja osadów ściekowych. Jest to wielofazowy proces biochemiczny, w których kolejnych fazach: hydrolitycznej, kwasowej, octanowej i metanowej zachodzi rozkład biodegradowalnych substancji organicznych, a produkty jednej fazy stanowią substraty dla mikroorganizmów fazy kolejnej. Z tego względu warunkiem dobrej pracy poszczególnych reaktorów (komór) jest utrzymanie parametrów reakcji, odpowiednich dla populacji bakterii o różnych wymaganiach środowiskowych. Dotyczy to głównie stałej temperatury, odpowiadającej mikroorganizmom i przyjętego sposobu prowadzenia fermentacji oraz pełne wymieszanie zawartości komór, celem utrzymania stałego kontaktu bakterii z substratami. Mieszanie powinno być prowadzone z intensywnością nie powodującą zniszczenia skupisk bakteryjnych, na co nieodporne są szczególnie bakterie fazy octanowej. Bakterie uczestniczące w poszczególnych fazach procesu

mają inne wymagania odnośnie odczynu środowiska. Optymalny odczyn dla bakterii hydrolizujących wynosi  $4,5 \div 6,3$ , ale mogą one przeżyć także przy nieco wyższym pH. Natomiast odczyn dla bakterii produkujących kwas octowy i bakterii metanowych zawiera się w wąskim zakresie pH ( $6,8 \div 7,5$ ). O ile proces ma przebiegać w jednym reaktorze, to utrzymanie właściwego pH w tym zakresie staje się nadrzędne. Jeżeli wystąpiłoby obniżenie pH należy natychmiast zatrzymać podaż świeżych substratów aby umożliwić bakteriom metanowym rozłożenie kwasu octowego. O stabilnym przebiegu procesu decyduje także proporcja C/N w substracie zasilającym komorę. Przy zbyt wysokiej podaży N może dochodzić do wzrostu stężenia amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), który nawet w niewielkich stężeniach, jest inhibitorem procesu fermentacji. Prawidłowe proporcje substancji pokarmowych w dostarczonym substracie powinny wynosić  $\text{C/N/P/S} = 600/15/5/1$ .

Istotnym elementem prawidłowego prowadzenia fermentacji są parametry procesowe [26]. Hydrauliczny czas zatrzymania  $t_H$  (d) jest parametrem procesowym decydującym o wielkości bioreaktora i z tego powodu jest on dokładnie analizowany na etapie prognozowanych nakładów inwestycyjnych. Istnieje pewna zależność między objętością komory VR a hydraulicznym czasem zatrzymania w komorze fermentacji ( $t_H$ ). Ilustruje to zależność:

$$\text{VR} = \text{VS} \cdot t_H, (\text{m}^3)$$

gdzie:

$\text{VS} = \text{GS} / 10(100-w)$ , ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) jest objętością substratów o średnim uwodnieniu  $w$  (%),

GS – masa substratów dostarczanych do komory fermentacyjnej, ( $\text{kg sm/d}$ ).

Aby móc utrzymać proces fermentacji należy także dostosować hydrauliczny czas zatrzymania –  $t_H$  do czasu namnażania się bakterii charakterystycznych dla poszczególnych faz. W odniesieniu do tak zróżnicowanych substratów, z jakimi mamy do czynienia w fermentacji biomasy pochodzącej z rolnictwa, całkowity rozkład substancji biodegradowalnych wymagałby bardzo długiego czasu zatrzymania, a co za tym idzie, budowania komory fermentacyjnej o bardzo dużej objętości. Mając na uwadze względy ekonomiczne, nie zakłada się zatem ani pełnego rozkładu sub-

stancji organicznych ani pełnego odzysku biogazu. Dąży się natomiast do uzyskania maksymalnej wydajności rozkładu substancji organicznych i produkcji biogazu, przez przyjęcie odpowiednich parametrów procesu fermentacji. Jednym z tych parametrów jest obciążenie komory ładunkiem substancji organicznej AR co ilustruje poniższe równanie:

$$AR = GS \cdot CS / 100 VR \text{ (kg s.m.o./m}^3\text{)}$$

gdzie:

CS – stężenie substancji organicznej w substratach (%).

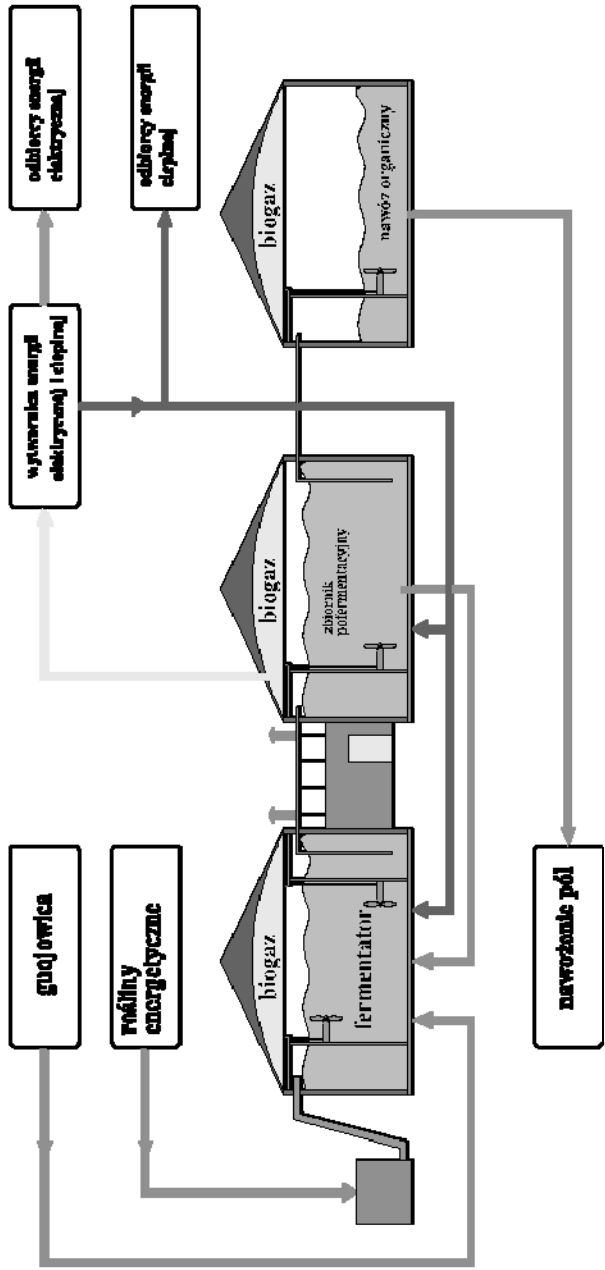
Między ww. parametrami istnieje zatem ścisła zależność. W trakcie rozruchu i wpracowywania instalacji powinna być zwrócona szczególna uwaga na utrzymywanie stałego składu biomasy, tak aby mikroorganizmy mogły się zaadaptować do jakości podłoża. Dozowanie biomasy do komory również powinno uwzględnić możliwości adaptacyjne mikroorganizmów. Zbyt wysokie początkowe obciążenie substancjami organicznymi, może spowodować zakwaszenie komory i całkowite załamanie procesu.

### **3. Charakterystyka instalacji biorozkładu opartej na technologii MT-ENERGIE®**

Przedmiotem analizy jest ocena pracy instalacji opartej na technologii MT-ENERGIE® (rys. 3).

W ramach realizowanego procesu technologicznego planuje się wytwarzać, a następnie sprzedawać dwa produkty: energię elektryczną i nawóz organiczny. W procesie tym przewiduje się:

1. *Dostarczenie substratów do instalacji* – planowane jest korzystanie z dwóch rodzajów substratów – osadów ściekowych oraz roślin energetycznych (kiszonki z kukurydzy). Wybrane substraty gwarantują w ramach zaplanowanego procesu technologicznego zarówno znacznie wyższą ekonomiczność procesu technologicznego niż typowy wsad do biogazowni (np. przerób gnojowicy), jak i wydajność procesu i produktów finalnych.



**Rys. 3.** Otrzymywanie biogazu według technologii MT-ENERGIE® [19]  
**Fig. 3.** Production of biogas according to MT-ENERGIE® technology [19]



2. *Przyjęcie substratów do instalacji* – zgromadzony wsad jest wprowadzany do kolejnych zbiorników będących elementami instalacji (poczynając od zbiornika wstępnego służącego jednocześnie za magazyn zgromadzonych substratów). Wcześniej substraty są badane i sortowane, a następnie trafiają do rozdrabniacza, w którym następuje separowanie frakcji ciężkich we wprowadzonych substratach oraz ich rozdrabnianie na mniejsze jednostki, umożliwiające prowadzenie procesu fermentacji w optymalnych warunkach.

3. *Proces wytwarzania biogazu* – przygotowany w sekcji przyjmowania substrat jest wprowadzany do kolejnych elementów instalacji, gdzie następuje proces fermentacji beztlenowej i transformacja substratów w biogaz. Proces fermentacji przebiega w hermetycznych zbiornikach – fermentatorach (dzięki czemu instalacja nie jest uciążliwa dla otoczenia – brak emisji odorów do otoczenia). W trakcie procesu fermentacji wsad organiczny poddawany jest działaniu bakterii metanowych, które wytwarzają biogaz. Instalacja ta posiada dodatkowy zbiornik do dofermentowania (zbiornik pofermentacyjny), który zwiększa skuteczność procesu fermentacji w przypadku gdy skład wsadu znacząco odbiega od zakładanych parametrów technologicznych.

4. *Wytwarzanie nawozu organicznego* – w zbiorniku przewidzianym na nawóz organiczny magazynowane są produkty rozkładu reagentów. W reaktorze tym powstają również pewne ilości biogazu. Powstały nawóz jest sukcesywnie suszony w specjalnie skonstruowanych suszarniach dzięki czemu produktem finalnym tego procesu może być gotowy do sprzedaży wysokiej jakości nawóz organiczny. Zakłada się, że technologia produkcji biogazu z mieszaniny roślin energetycznych oraz osadów ściekowych umożliwi produkcję nawozu organicznego zasobnego w niezbędne składniki nawozowe w ilościach odpowiadających określonym wymaganiom.

5. *Wytwarzanie energii elektrycznej i energii cieplnej* – oczyszczony biogaz kierowany jest do urządzeń prądotwórczych (generatora o mocy 1,4 MW), gdzie jest spalany i transformowany na prąd elektryczny. Obok energii elektrycznej generowana jest energia cieplna. Wytworzony prąd kierowany będzie do dystrybutora energii (10% wytworzonego prądu będzie wykorzystywane na własne cele produkcyjne) natomiast wytworzone ciepło będzie zagospodarowywane w całości na potrzeby własne związane z funkcjonowaniem zakładu.

#### 4. Podsumowanie

Produkcja energii elektrycznej i ciepłej z biogazu w Polsce stanowi w skali globalnej znikomy udział w bilansie energetycznym. W Polsce, wg danych Ministerstwa Gospodarki, na dzień 31 grudnia 2007 r. było zaledwie 87 instalacji biogazowych o łącznej mocy zainstalowanej 45 MWe. Biogazownie te wytworzyły łącznie 162 GWh energii elektrycznej. Wynik ten nie można uznać za zadowalający. Zapotrzebowanie na ten rodzaj energii jest zdecydowanie większy, co narzuca nam prawo unijne.

Jak wspomniano wcześniej do produkcji biogazu zostaną wykorzystane osady ściekowe z komunalnej oczyszczalni ścieków oraz kiszonka z kukurydzy. Charakter i źródła pochodzenia surowców do produkcji biogazu zapewniają pełną stabilność jego wytwarzania. Moc zainstalowana i wielkość produkcji energii elektrycznej nie wpłyną negatywnie na system elektroenergetyczny. Biogazownia może przyczynić się do dywersyfikacji zaopatrzenia w energię elektryczną co ma bezpośrednie przełożenie na wzrost bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Budowa dalszych biogazowi, korzystających z prezentowanej tu nowatorskiej technologii wytwarzania biogazu i cennego nawozu organicznego, pozwoli wywiązać się Polsce z przepisów dyrektywy 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie promocji skojarzonej produkcji energii w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na wewnętrznym rynku energii. Celem tych działań jest zwiększenie efektywności energetycznej kraju oraz poprawa bezpieczeństwa dostaw, poprzez stworzenie ram dla promocji i rozwoju skojarzonej produkcji energii o wysokiej sprawności z uwzględnieniem zapotrzebowania na ciepło użytkowe. Promowanie wysoko sprawnej produkcji w układach skojarzonych stanowi priorytet UE ze względu na związane z nią korzyści w zakresie oszczędzania energii pierwotnej oraz ograniczania emisji substancji szkodliwych [4, 8, 9, 10, 21]. Zakłada się, że zainstalowane urządzenia w planowanej biogazowni zapewniają bardzo wysoką sprawność wytwarzania energii, przy czym – co szczególnie warto podkreślić – wytworzone ciepło zostanie w pełni wykorzystane w ramach budowanej instalacji, niezależnie od pory roku, do suszenia masy pofermentacyjnej, która stanowić będzie bezpieczny nawóz organiczny o doskonałych walorach nawozowych. Produkcja ta, dodatkowo, ograniczy

ilość gazu importowanego do Polski i używanego w znacznych ilościach do produkcji nawozów sztucznych. Należy podkreślić, że dotychczas niewiele ze znanych w Polsce instalacji prowadzi w kogeneracji produkcję energii elektrycznej i bezpiecznego dla środowiska nawozu organicznego. W tradycyjnej technologii ciepło wytwarzane w procesie jest częściowo lub okresowo wykorzystywane do ogrzewania wody a pozostałość uwalniana, przyczyniając się do niekontrolowanych zmian klimatycznych (efekt cieplarniany) oraz poprzez emisje substancji odorowych (zapachowych) stwarzając dużą uciążliwość w otoczeniu tych obiektów.

Energia wytworzona w ramach budowanych tego typu instalacji, spełniające niewątpliwie kryteria energii odnawialnej, przyczyni się również do realizacji przez Polskę zobowiązań podjętych przez państwa członkowskie UE w kwestii obligatoryjnego 20%-ego udziału tej energii w ogólnym bilansie zapotrzebowania na energię z OZE w bilansie energii finalnej oraz ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>. Dodatkowo, wykorzystanie jako surowca osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych i roślin energetycznych (kukurydzy) wydatnie przyczyni się do znaczącej eliminacji zrzuconego azotu i fosforu do Morza Bałtyckiego, do czego zobowiązuje Polskę **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) oraz decyzja nr 1600/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lipca 2002 r. ustanawiająca szósty wspólnotowy program działań w zakresie środowiska naturalnego.**

## **5. Wnioski końcowe**

Z wdrożenia prezentowanej w artykule technologii MT-ENERGIE® umożliwiającej produkcję biogazu wynikają następujące wnioski:

- budowa instalacji, wytwarzających równolegle biogaz i nawóz organiczny posiada wyraźny innowacyjny charakter,
- przyjęta technologia umożliwia produkcję energii elektrycznej i nawozu organicznego ze sprzężonych komplementarnie dwóch łatwo dostępnych substratów (kukurydza i komunalne osady ściekowe),
- proponowana technologia zapewnia otrzymanie produktów (biogazu i nawozu organicznego) wykazujących cechy paliw energetycznych

i substancji nawozowych przy jednoczesnym spełnieniu wszelkich wymagań związanych z ochroną środowiska przyrodniczego,

- substraty, wykorzystywane do produkcji biogazu i kompostu nie zawierają zanieczyszczeń mineralnych i organicznych a tym samym nie mogą negatywnie rzutować na wydajność procesu produkcji i jakość otrzymanych produktów,
- właściwe zagospodarowanie osadów ściekowych z terenu oczyszczalni komunalnych zdecydowanie ograniczy uciążliwość tych odpadów dla otoczenia.

## Literatura

1. **Aydin M.E., Tor A., Özcan S.:** *Energy Consumption*. Analytica Chimica Acta, 577, 232-237, 2006.
2. **Borja J., Taleon D.M., Auresenia J., Gallardo S.:** *Polychlorinated biphenyls and their biodegradation*. Process Biochemistry 40, 1999-2013, 2005.
3. **Braber K.:** *Anaerobic digestion of municipal solid waste: a modern waste disposal option on the verge of breakthrough*. Biomass and Bioenergy 9, Nos. 1-5, 365-376, 1995.
4. **Brändli R.C., Bucheli T.D., Kupper T., Mayer J., Stadelmann F.X., Tarradellas J.:** *Fate of PCBs, PAHs and their source characteristic ratios during composting and digestion of source-separated organic waste in full-scale plants*. Environmental Pollution, 148, 520-528, 2007.
5. **Cai Q.-Y., Mo C.-H., Wu Q.-T., Zeng Q.-Y., Katsoyiannis A., Férard J.-F.:** *Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) – contaminated sewage sludge by different composting processes*. Journal of Hazardous Materials 142, 535-542, 2007.
6. **Christ O., Faulstich M., Wilderer P.:** *Mathematical modelling of the hydrolysis of anaerobic processes*. In: J.Mata-Alvarez, A.Tilche, F.Cecchi (Eds.) Proceedings of the Second International symposium on Anaerobic digestion of Solid Wastes, Barcelona, vol. 2 Grafiques 92, 15-18 June, 5-8, 1999.
7. **Costello D.J., Greenfield P.F., Lee P.L.:** *Dynamic modelling of a single-stage high-rate anaerobic reactor. I Model derivation*. Water Res. 25(7), 847-855, 1991.
8. **Düring R.A., Hoß T., Gäth S.:** *Sorption and bioavailability of heavy metals in long-term differently tilled soils amended with organic wastes*. The Science of the Total Environment 313, 227-234, 2003.
9. **Epstein E.:** *The Science of Composting*. Technomic Publishing Company, USA, 1997.

10. **Falandysz J.:** *Polichlorowane bifenyle (PCBs) w środowisku: Chemia, analiza, toksyczność, stężenia i ocena ryzyka.* Fundacja Rozwoju UG, Gdańsk, 1999.
11. **Holliger Ch., Zehnder A.J.B.:** *Anaerobic biodegradation of hydrocarbons.* Environmental biotechnology 7, 326-323, 1996.
12. **Janosz-Rajczyk Z., Dąbrowska L., Rosińska A., Płoszaj J., Zakrzewska E.:** *Zmiany ilościowo-jakościowe PCB, WWA i metali ciężkich w kondycjonowanych osadach ściekowych stabilizowanych biochemicznie.* Wyd. PCz, Częstochowa, 2006.
13. **Janowska B.:** *Specjacja wybranych metali ciężkich w odpadach komunalnych i kompostach.* Rozprawa doktorska, UAM, Poznań, 2004.
14. **Jędrzak A.:** *Biologiczne przetwarzanie odpadów.* Przegląd Komunalny – dodatek 6(117), 89-92, 2001.
15. **Jędrzak A.:** *Biologiczne przetwarzanie odpadów.* PWN, Warszawa 2007.
16. **Kiely G., Tayfur G., Dolan C., Tanji K.:** *Physical and mathematical-modelling of anaerobic-digestion of organic wastes.* Water Res. 31(3), 534-540, 1997.
17. **Magrel L.:** *Metodyka oceny efektywności procesu fermentacji metanowej wybranych osadów ściekowych.* Białystok, 2002.
18. **Mata-Alvarez J., Mace S., Llabres P.:** *Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives.* Bioresource Technology 74, 3-16, 2000.
19. Materiały informacyjne MT-ENERGIE, Biogas – Technologie, 27404 Rocksted, Niemcy.
20. **Oleszczuk P.:** *Changes of polycyclic aromatic hydrocarbons during composting of sewage sludges with physico-chemical properties and PAHs content.* Chemosphere 67, 582-591, 2007.
21. **Siebielska I.:** *Ocena metod ekstrakcji polichlorowanych bifenyli z kompostu.* Przemysł Chemiczny, 87/2, 577-579, 2008.
22. **Soumare M., Demeyer A., Tack F. M.G., Verloo M.G.:** *Chemical characteristic of Malian and Belgian solid waste composts,* Bioresource Technology 81, 97-101, 2002.
23. **Vavilin V.A., Rytov S.V., Lokshina L.Ya., Rintala J.A. :** *Description of hydrolysis and acetoclastic methanogenesis as the rate-limiting steps during anaerobic conversion of solid waste into methane.* In: J.Mata-Alvarez, A.Tilche, F.Cecchi (Eds.) Proceedings of the Second International symposium on Anaerobic digestion of Solid Wastes, Barcelona, vol. 2 Grafiques 92, 15-18 June, 1-4, 1999.
24. **Wei Y.L., Lee Y. Ch., Yang Y. W., Lee J.F.:** *Molecular study of concentrated copper pollutant with compost.* Chemosphere 57, 1201-1205, 2004.

25. **Zarzycki R.:** *Gospodarka komunalna w miastach*. PAN, Łódź, 2001.
26. **Zielewicz E., Janik M., Sorys P., Fukas-Płonka W.:** *Pozyskiwanie biogazu z odpadów produkcji rolnej*. Praca zbiorowa pod red. K. Szymańskiego, Gospodarka odpadami komunalnymi, Koszalin 2008.

## **New Solutions in Biogas Production According to MT-ENERGIE® technology**

### **Abstract**

The energy crisis, which is facing the whole world, is also a serious threat to Poland, which, like other European Union countries, is forced to seek new sources of energy, which will be environmentally friendly and costs of obtaining energy from them are lower than current. Production of renewable energy obtained from biomass is considered to be one of those.

Paper presents possibilities of biogas production from maize and from municipal sewage sludge. This technology has been implemented in Germany under the name MT-ENERGIE ®. The result of the process is biogas with high methane content and a valuable organic fertilizer. Paper also contains an analysis of kinetic of biodegradation processes of organic substances contained in the feedstock and presents technological parameters determining the process of transformation of substrates. This technology carries elements of innovation and can be implemented without major objections in the area of Pomerania in Poland, where production of energy plants takes place and there is unlimited access to municipal sewage sludge.

Production of electricity and heat from biogas in Poland represents a negligible share of global energy balance. In Poland, according to data from the Ministry of Economy, on 31 December 2007 there were only 87 biogas installations with a total installed capacity of 45 MWe. Biogas plants total production was 162 GWh of electricity. This result cannot be considered satisfactory. The demand for this type of energy is much greater, imposed by EU law.

The energy generated by such type of installations will undoubtedly meet the criteria for renewable energy, will contribute to the fulfilment by Poland commitments made by EU Member States regarding compulsory 20% share of such type of energy in the overall balance of energy demand from RES in the final energy balance and reduce CO<sub>2</sub> emissions. In addition, the use of sewage sludge from municipal sewage treatment plants as a raw material and energetic plants (maize) will significantly contribute to the substantial elimination of discharges of nitrogen and phosphorus to the Baltic Sea.