

INNOWACJE BIOTECHNOLOGICZNE W BRANŻY ROLNO-SPOŻYWCZEJ

Ewa Kochańska

Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

Abstrakt

Polska jest największym w Europie producentem śmieci, w tym odpadów biodegradowalnych, a jednocześnie takie technologie zagospodarowania odpadów jak spalanie lub zgazowywanie napotykać na powszechny brak akceptacji społecznej. W artykule postawiono tezę, że przeskalowane do mikrorozmiarów technologie biogazowe mogą stanowić nie tylko złagodzenie narastającego problemu odpadów, ale stać się też specjalnością biotechnologiczną i motorem innowacyjności.

Omawiane rozwiązanie polega na włączeniu mikrotechnologii produkcji biogazu w ciąg technologiczny przedsiębiorstwa rolno-spożywczego. Instalacja umożliwia nie tylko pokrycie potrzeb energetycznych przedsiębiorstwa w oparciu o produkcję energii odnawialnej – energii elektrycznej, ciepła i chłodu, ale przede wszystkim zapewnia zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych oraz oczyszczenie ścieków do poziomu umożliwiającego odprowadzanie do sieci kanalizacyjnej bez ponoszenia opłat z tytułu zawartych w nich zanieczyszczeń. W artykule zaprezentowano system zarządzania procesami produkcyjnymi w powiązaniu z procesami optymalizacji poziomu zużycia energii elektrycznej, ciepła i chłodu w przedsiębiorstwach w kontekście rozwoju inteligentnych sieci energetycznych, tzw. smart grid.

Wprowadzenie

Biotechnologie są jednym z najdynamiczniej rozwijających się obszarów badań naukowych w Unii Europejskiej [Cichocka, 2011]. Istotnym impulsem do włączenia biotechnologii do głównego nurtu polityki innowacyjnej Unii była strategia Komisji Europejskiej „A Bioeconomy for Europe”, która uznała biotechnologie za jeden z filarów biogospodarki Europy. Bioekonomia już dziś zatrudnia ponad 22 miliony osób (9% populacji UE) oraz generuje obroty prawie 2 bilionów euro [European Commission, 2012]. Rozwojowi biotechnologii zdecydowanie sprzyja poparcie społeczne – 53% mieszkańców UE jest optymistami, jeśli chodzi

o zwiększenie wykorzystania procesów biologicznych w celach przemysłowych [Gaskel, 2011].

Branże wykorzystujące biotechnologie nabierają szczególnego znaczenia dla budowania zrównoważonego rozwoju regionalnego. Oznacza to w praktyce permanentne, utrzymujące się w czasie, pozytywne zmiany gospodarcze, społeczne i środowiskowe, stymulowane przez wiele niezależnych i niepowiązanych z sobą podmiotów, lecz integrowanych przez samorząd lokalny w kierunku zapewnienia spójności terytorialnej i efektywnego wykorzystania zasobów endogenicznych [Kochańska, 2012].

Jednym z atutów przemysłów biotechnologicznych jest możliwość efektywnego zagospodarowania własnych odpadów na cele energetyczne.

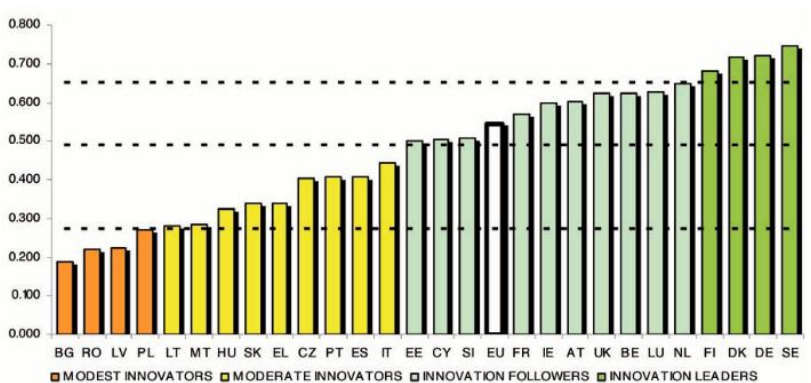
W niniejszym artykule została omówiona problematyka rozwoju mikrotechnologii produkcji biogazu na bazie odpadów biodegradowalnych, powstających w średniej wielkości przedsiębiorstwie rolno-spożywczym: zakładzie przetwórstwa owocowo-warzywnego, ubojni i zakładzie przetwórstwa mięsnego, mleczarni, czyli wszędzie tam, gdzie w procesie produkcyjnym powstają kłopotliwe odpady poprodukcyjne. Jednocześnie w przedsiębiorstwach rolno-spożywczych obowiązują ostre reżimy środowiskowe i higieniczne (HACCP, ang. Hazard Analysis and Critical Control Points – System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli, Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 27 września 2006 r., Dz.U. z 2006 r. nr 171, poz. 1225). Gospodarka odpadami stałymi i ściekami, ich utylizacja na terenie przedsiębiorstwa bądź usuwanie nastęrcza wiele poważnych problemów.

Prezentowana koncepcja opiera się na innowacyjnym połączeniu technologii produkcji biogazu w mikroskali pojedynczego przedsiębiorstwa rolno-spożywczego, z wykorzystaniem ogniwa paliwowego, hybrydowych urządzeń optoelektronicznych i biologicznego systemu oczyszczania z zastosowaniem makrofitów o właściwościach fitoremediacyjnych. Problematyka rozwoju mikrotechnologii produkcji biogazu na bazie odpadów biodegradowalnych może być przykładem innowacyjnego rozwiązania biotechnologicznego, a także innowacji organizacyjnej i marketingowo-edukacyjnej, stosownej dla średnich i małych przedsiębiorstw rolno-spożywczych.

Uwarunkowania rozwoju mikrotechnologii biogazowych w Polsce

Kluczem do zbudowania konkurencyjnej gospodarki na poziomie kraju i regionu są nowe technologie powstające coraz częściej dzięki ścisłemu powiązaniu przedsiębiorstw z nauką i jej najnowszymi osiągnięciami.

Najprężniej rozwijające się obecnie innowacyjne gospodarki bazują nie tyle na zasobach naturalnych i czynnikach materialnych, jak to miało miejsce jeszcze w XX w., ile na wysokiej jakości kapitale społecznym, technologiach informacyjnych i telekomunikacyjnych, współpracy międzynarodowej w skali globalnej, a przede wszystkim na wdrażaniu do praktyki gospodarczej nowatorskich produktów i usług, będących rezultatem pracy instytutów naukowo-badawczych, uczelni i ośrodków rozwojowych. Jak pokazuje rysunek 1 Polska w rankingu innowacyjności w krajach Unii Europejskiej znajduje się w grupie tzw. skromnych innowatorów, razem z Bułgarią, Rumunią i Łotwą.



Rysunek 1. Innowacyjność krajów Unii Europejskiej

Źródło: European Commission, 2013.

Na pierwszym miejscu w rankingu innowacyjności za rok 2012 znajduje się Szwecja – kraj, w którym technologie zagospodarowania odpadów, w tym odpadów organicznych, stanowią specjalność narodową i motor innowacyjności.

Jeśli dokonać porównania sytuacji innowacyjności i zagospodarowania odpadów w Szwecji i Polsce, to można zauważyć, że istnieje związek pomiędzy sukcesami w tworzeniu innowacyjnych rozwiązań i budowaniu gospodarki opartej na wiedzy a gospodarowaniem odpadami. Jak pokazują przykłady szwedzkie, norweskie i duńskie, poważne potraktowanie powstających odpadów jako cennego surowca do dalszego przetwarzania może stać się źródłem wzrostu konkurencyjności, zwiększania spójności terytorialnej i sukcesów w rozwoju społeczno-gospodarczym.

Z raportu *Gospodarka odpadami, Polska 2011* [2012] wynika, że Polska jest największym producentem śmieci, w tym odpadów

biodegradowalnych, w Europie. W Polsce potrzeba pokolenia, by osiągnąć podobny poziom akceptacji społecznej dla technologii biogazowych, spalania czy recyklingu odpadów. Jednocześnie próby forsowania wspólnego programu Ministerstwa Gospodarki i Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pod nazwą „Biogazownia w każdej gminie” nie przyniosły spodziewanych rezultatów i na koniec 2012 roku w Polsce funkcjonowało zaledwie 27 biogazowni rolniczych [Samson–Bręk, 2012].

W tym kontekście naturalną drogą do przełamania oporów społecznych w kwestii zagospodarowania odpadów, a jednocześnie podniesienia poziomu innowacyjności, wydaje się wdrożenie mikrotechnologii biogazowych w przedsiębiorstwach, gdzie powstają kłopotliwe odpady organiczne, które można przeznaczyć na cele energetyczne. Bez wątpienia procesom tym będzie sprzyjać polityka Unii Europejskiej promująca odnawialne źródła energii, energetykę rozproszoną i zrównoważony rozwój oraz dotacje na technologie przyjazne środowisku w nowej perspektywie finansowej UE na lata 2014–2020.

Zintegrowany system mikrotechnologii produkcji biogazu na bazie przemysłowych odpadów organicznych

Proponowane dla branży rolno–spożywczej innowacje technologiczne stanowią oryginalne i autorskie „złożenie” oraz przeskalowane do potrzeb średniej wielkości przedsiębiorstwa rolno–spożywczego rozwiązanie inżynierii procesowej, wypracowane przez zespół naukowców reprezentujących różne specjalności: chemię, biologię, energetykę i inżynierię procesową. Omawiane rozwiązanie różni się od typowych, znanych technologii biogazowych rozmiarami reaktora i w miarę jednorodnym, bo pochodzącym z jednego przedsiębiorstwa spożywczego, wsadem organicznym. Wyprodukowany biogaz jako nośnik energii może zostać przekształcony w energię elektryczną, ciepło bądź chłód lub uszlachetniony do postaci biometanu (CBG) i wykorzystywany jako paliwo samochodowe.

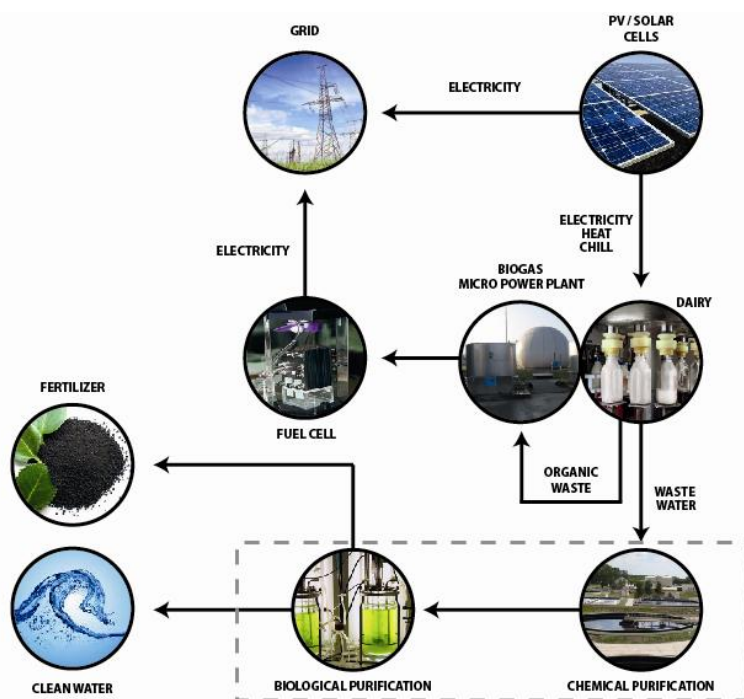
Jądrem projektu jest innowacyjna technologia wytwarzania biogazu, oparta na założeniu, że głównym źródłem pozyskiwania surowca do produkcji biogazu będą odpady organiczne powstające w procesach produkcyjnych w przedsiębiorstwie rolno–spożywczym.

Wokół procesu wytwarzania biogazu zbudowano system powiązanych rozwiązań technologicznych, na które składa się:

- 1) wykorzystanie hybrydy foto–termo–elektrycznej jako źródła energii w procesie fermentacji,

- 2) wykorzystanie reaktorów porcjowych (SBR) do beztlenowego rozkładu komponentu węglowego w ściekach mleczarskich,
- 3) wykorzystanie makrofitów w fitoremediacji ścieków mleczarskich,
- 4) wykorzystanie ogniwa paliwowego do wytwarzania energii z biogazu powstałego w procesie fermentacji metanowej odpadów mleczarskich,
- 5) wykorzystanie informatycznego systemu zarządzania procesami (SIZ).

Schemat powiązań funkcjonalnych zbudowanych wokół procesów produkcji biogazu z odpadów organicznych wraz z komponentami produkcji energii elektrycznej i sterowanych przez informatyczny system zarządzania procesami, w powiązaniu z zawodową siecią energetyczną, przedstawia rysunek 2.



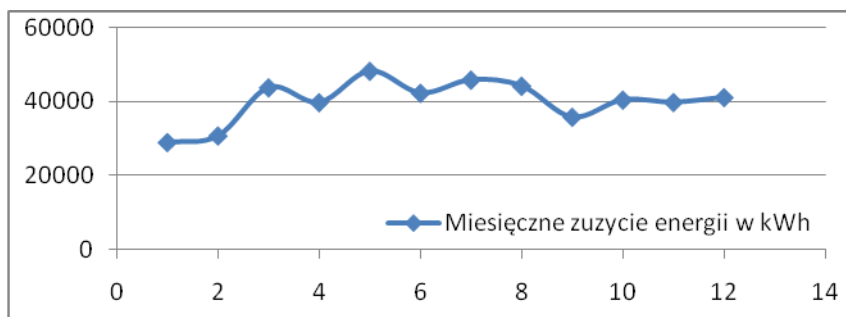
Rysunek 2. Schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu mikrotechnologii produkcji biogazu na bazie odpadów przemysłowych w przedsiębiorstwie mleczarskim

Źródło: opracowanie własne.

Ad 1. Wykorzystanie hybrydy foto-termo-elektrycznej jako źródła energii w procesie fermentacji

Hybrydowy system solarny jest połączeniem modułu fotowoltaicznego (PV) i słonecznego kolektora termicznego. Integracja urządzeń pozwala na pełnienie dwóch funkcji: zapewnia bezpośrednią konwersję energii słonecznej na energię elektryczną i jednocześnie na energię cieplną bądź chłód.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną w różnych miesiącach w typowym małym zakładzie mleczarskim przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3. Rozkład zużycia energii w miesiącach w przykładowym małym zakładzie mleczarskim

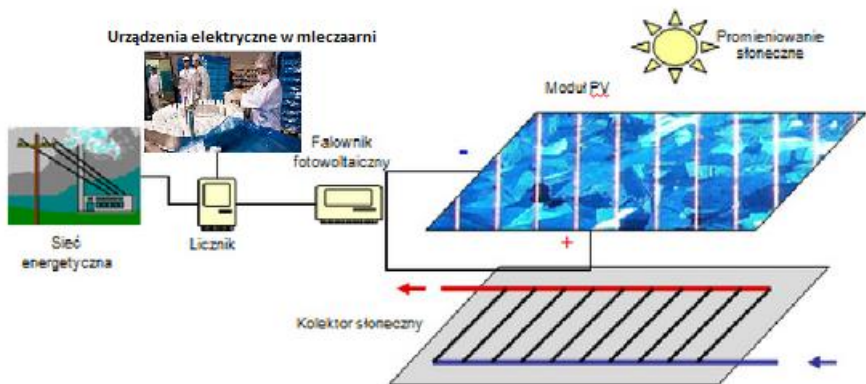
Źródło: Sibiński, 2013.

Na powyższym rysunku widać, że największe zapotrzebowanie na energię elektryczną występuje w miesiącach letnich, w okresie od maja do sierpnia.

Jeśli przyjąć założenie, że układ PV + kolektor słoneczny będzie jedynym źródłem energii elektrycznej, i że jednocześnie moc systemu wyniesie 450 kWp, to możliwe będzie pokrycie 100% zapotrzebowania na energię elektryczną mleczarni w szczytowym okresie poboru mocy.

Jeśli natomiast w systemie znajdują się inne, dodatkowe źródła produkcji energii elektrycznej, wówczas nadwyżki energii będą przekazywane do sieci energetycznej za pośrednictwem falownika.

Kolektor słoneczny pełni dwie funkcje: po pierwsze obniża temperaturę – chłodzi moduł fotowoltaiczny, po drugie wytwarza ciepło. Ważną funkcją kolektora słonecznego jest odbieranie ciepła od ogniwa PV – w okresie letnim temperatura na powierzchni ogniwa dochodzi do 80° – dzięki czemu sprawność zintegrowanego urządzenia podnosi się o około 40% [Znajdek, 2012].



Rysunek 4. Schemat systemu hybrydowego

Źródło: Znajdek, 2012.

Rysunek 4 przedstawia poglądowy schemat systemu hybrydowego. Moduł PV zbudowany jest z krzemu multikrystalicznego. W wyniku konwersji fotowoltaicznej w półprzewodniku pod wpływem promieniowania słonecznego generowana jest energia elektryczna prądu stałego. Moduł PV połączony jest z falownikiem, który konwertuje prąd stały na zmienny i dopasowuje jego parametry do wymagań sieciowych. W falownik wbudowany jest system monitorowania bieżącego zapotrzebowania na moc i w okresach nadwyżki produkcji nad potrzebami możliwe będzie jej odsprzedawanie do sieci.

Ad 2. Wykorzystanie reaktorów porcjowych (SBR) do beztlenowego rozkładu komponentu węglowego w ściekach mleczarskich

Usuwanie zanieczyszczeń o znacznej zawartości związków azotu i fosforu ze ścieków mleczarskich jest istotne z punktu widzenia ochrony środowiska wodnego. Obecnie stosowane metody wykorzystują napowietrzane zbiorniki wyrównawcze oraz reaktory z recyrkulowanym osadem czynnym, co jest rozwiązaniem dość kosztownym, ponieważ wymaga stosowania energochłonnych systemów napowietrzania.

Wykorzystanie reaktorów porcjowych (SBR) do beztlenowego rozkładu komponentu węglowego zanieczyszczeń oraz produkcji biogazu stanowi znacznie tańszą alternatywę w odniesieniu do procesów tlenowych. Wiąże się to jednak z powstawaniem odcieków o znacznie podwyższonej zawartości związków azotu i fosforu. Mogą być one użyte do nawożenia upraw biomasy, wykorzystywanej następnie w celu zwiększenia zawartości biodegradowalnych związków węgla w ściekach kierowanych do fermentera.

Szczególną zaletą takiego systemu jest wielokrotne wykorzystanie pierwiastków biogennych do przyspieszonej akumulacji ditlenku węgla z powietrza na dedykowanych plantacjach biomasy lub w otwartych fakultatywnych hodowlach wodnych modyfikowanych glonów. Koncepcja ta charakteryzuje się znacznym potencjałem rozwojowym, szczególnie w przypadku zakładów mleczarskich, które często umiejscowione są na obrzeżach obszarów zurbanizowanych i posiadają znaczne tereny nadające się do produkcji biomasy [Wolf, 2013].

W omawianym rozwiązaniu dla przemysłu rolno-spożywczego została zaproponowana optymalizacja metody oczyszczania ścieków mleczarskich za pomocą osadu granulowanego, ze względu na to, że charakteryzuje się on bardziej zwartą strukturą niż powszechnie stosowany osad czynny. Dobre właściwości sorpcyjne osadu mogą być wykorzystywane do usuwania metali ciężkich ze ścieków, a zwiększona, skondensowana gęstość osadu podnosi jego kaloryczność i ułatwia łączenie z biomasą [Wolf, 2013].

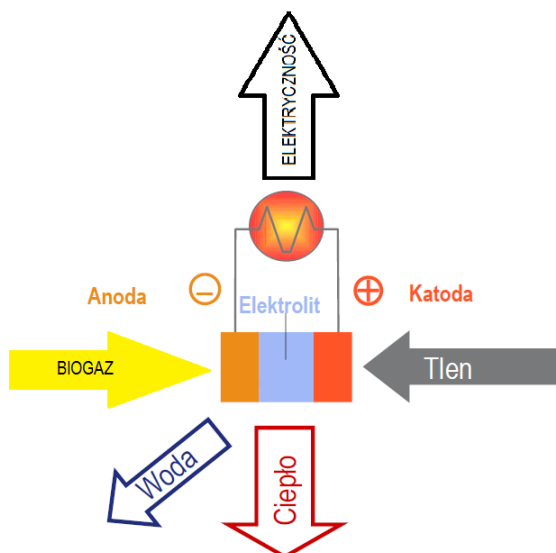
Ad 3. Wykorzystanie makrofitów w fitoremediacji ścieków mleczarskich

Wśród makrofitów są zarówno rośliny stosunkowo duże, takie jak np. lotos, jak i małe, takie jak rześa drobna lub sinice. W proponowanej technologii rośliny będą wykorzystywane jako absorber zawieszin, metali ciężkich, azotu i fosforu oraz ewentualnych toksycznych związków organicznych, a także jako wartościowe źródło biomasy [Romanowska-Duda, 2013].

Ad 4. Wykorzystania ogniwa paliwowego do wytwarzania energii z biogazu powstałego w procesie fermentacji metanowej odpadów mleczarskich

Innowacyjnym i niekonwencjonalnym komponentem omawianego systemu mikrotechnologii biogazowych dla przemysłu spożywczego jest ogniwo paliwowe zasilane biogazem powstającym w procesie fermentacji metanowej. Ogniwo zamienia energię chemiczną paliwa i utleniacza bezpośrednio w energię elektryczną, z wyeliminowaniem procesów spalania paliwa i utleniacza.

Mimo że najpopularniejszym paliwem w ogniwach paliwowych jest wodór (H_2), a utleniaczem tlen (O_2) dostarczany do urządzenia w czystej postaci lub wraz z powietrzem atmosferycznym, to możliwe jest również zastosowanie metanu (CH_4).



Rysunek 5. Zasada funkcjonowania ogniwa paliwowego zasilanego biogazem

Źródło: opracowanie własne.

Ogniwo paliwowe jest urządzeniem charakteryzującym się prostotą układu przetwarzania energii chemicznej na elektryczną i jednocześnie dużą sprawnością, niezależną od wielkości i mocy samego urządzenia. Produkty uboczne produkcji energii elektrycznej są czyste, bezzapachowe, a sam proces odbywa się bez emisji hałasu. Ważnym atutem ogniwa paliwowego jako integralnego komponentu systemu dla zakładów rolno-spożywczych, działającego we współpracy z bioreaktorem oraz hybrydą fotowoltaiczną, jest jego regulacyjność, co oznacza, że ogniwo samoczynnie dobiera paliwo i utleniacz w ilościach odpowiadających obciążeniu po stronie elektrycznej.

Na dzień przygotowania niniejszego artykułu koszty ogniwa dla potrzeb średniej wielkości mleczarni kształtowały się na poziomie około 300 tys. euro, lecz w najbliższych latach koszty wytworzenia ogniwa paliwowego powinny znacząco zmniejszyć się: pod koniec bieżącej dekady koszty ogniwa paliwowego mają być sto pięćdziesiąt razy niższe niż koszty budowy elektrowni jądrowej i stukrotnie niższe niż koszty budowy elektrowni węglowej [Ćwik, 2011].

Ad 5. Wykorzystanie informatycznego systemu zarządzania procesami (SIZ)

Informatyczny system zarządzania procesami w planowanej instalacji będzie zaprojektowany z uwzględnieniem dwóch zasadniczych funkcjonalności:

- 1) funkcje zarządzania gospodarką odpadami organicznymi, procesami produkcji biogazu oraz wytwarzania energii elektrycznej i ciepła,
- 2) funkcje integrowania i harmonizowania standardowych procesów produkcyjnych, kluczowych dla przedsiębiorstwa, z funkcjami gospodarki odpadami, produkcji biogazu, prądu, ciepła i chłodu.

Powyższe funkcjonalności zostaną zdefiniowane i uszczegółowione na podstawie analizy indywidualnych potrzeb przedsiębiorstwa rolno-spożywczego, adresata projektu.

Część funkcjonalności jest natury ogólnej i sprzętowej: funkcjonalności ogólne dotyczą zasad użytkowania systemu oraz archiwizowania, zabezpieczania i przechowywanych danych, w tym danych poufnych i wrażliwych. Funkcjonalności sprzętowe odnoszą się do parametrów technicznych i wymogów instalacyjnych dla sprzętu, przy użyciu którego będzie funkcjonował zintegrowany system zarządzania procesami technologicznymi przedsiębiorstwa, w tym zarządzania gospodarką odpadami, produkcją biogazu i wytwarzaniem energii elektrycznej, ciepła i chłodu.

Ważną funkcją SIZ będzie optymalizacja poziomu zużycia energii elektrycznej, ciepła i chłodu w systemie inteligentnych sieci energetycznych, tzw. smart grid.

Proces optymalizacji zużycia energii elektrycznej wymaga zbilansowania własnych możliwości wytwarzania i zapotrzebowania na energię, jakie zgłaszają wszyscy użytkownicy przedsiębiorstwa – począwszy od procesów i linii produkcyjnych, funkcji administracyjno-biurowych, zarządczych, magazynowych, porządkowych itp.

Inteligentne urządzenia pomiarowe, będące integralną częścią SIZ, będą gromadzić informacje na temat bieżącego zapotrzebowania na energię, ustalać średnie poziomy zużycia w rozróżnieniu na pory roku, okresy szczytów produkcyjnych, okresy urlopowe i świąteczne. Urządzenia pomiarowe, czyli inteligentne liczniki, będą monitorować parametry zewnętrzne, głównie temperaturę powietrza, wilgotność, natężenie światła, i dostosowywać dostarczanie energii do poszczególnych linii produkcyjnych, stanowisk, urządzeń i pomieszczeń.

System jest tak zaprogramowany, że pozwala na zdalne monitorowanie wybranych fragmentów produkcji poprzez internet

i połączenie szyfrowane SSL. Funkcja ta jest szczególnie ważna dla całodobowego nadzorowania procesów produkcji biogazu, a także do zdalnego wykrywania awarii i ich usuwania. System czujników i urządzeń pomiarowania zainstalowanych na każdym urządzeniu umożliwia prowadzenie kompleksowej analityki centralnej i rozproszonej.

Inteligentna sieć energetyczna (*smart grid*) zaplanowana do implementacji w omawianym projekcie jest nowatorskim podejściem do sieci energetycznej, które integruje zachowania i działania wszystkich przyłączonych do niej użytkowników, począwszy od wytwórców, a kończąc na odbiorcach. Przedsiębiorstwo rolno-spożywcze prowadzące aktywną gospodarkę odpadami, która będzie polegać na wytwarzaniu energii elektrycznej i ewentualnym odsprzedawaniu jej do sieci energetycznej, staje się automatycznie tzw. prosumentem, czyli producentem i konsumentem energii.

Dzięki zastosowaniu SIZ i *smart gridu* możliwe będzie sterowanie wytwarzaniem i sprzedażą energii w czasie rzeczywistym oraz optymalizacja zużycia energii przez przedsiębiorstwo i zaoszczędzenie nawet do 10% obecnie wykorzystywanej energii [NFOŚiGW, 2013].

Konkluzje

W wyniku uruchomienia tak zaprojektowanej instalacji możliwe będzie nie tylko pokrycie potrzeb energetycznych przedsiębiorstwa w oparciu o produkcję energii odnawialnej – energii elektrycznej, ciepła i chłodu, ale przede wszystkim zapewni się zagospodarowanie odpadów produkcyjnych oraz oczyszczenie ścieków do poziomu umożliwiającego odprowadzanie do sieci kanalizacyjnej bez ponoszenia opłat z tytułu zawartych w nich zanieczyszczeń. System zarządzania procesami produkcyjnymi, z opomiarowaniem wszystkich urządzeń elektrycznych i cieplnych wpisuje się w procesy budowania inteligentnych sieci energetycznych w Polsce.

Referencje

1. Cichocka, D. E., *European Union research and innovation perspectives on biotechnology*, "Journal of Biotechnology", 156(4), 2011.
2. Commission, E., *Innovation Union Scoreboard, 2013*.
3. Ćwik, M., *Ogniwa paliwowe - sposoby na kryzys energetyczny*. Politechnika Częstochowska, 2011.
4. Deloitte, P., *Gospodarka odpadami, Polska 201*, Deloitte Polska, Warszawa, 2012.

5. Gaskel, G. E., *Europeans and Biotechnology in 2010. Winds of change? A report to the European Commission's Directorate-General for Research*. Pobrano z lokalizacji http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf, 2011, data pobrania 15.01.2013.
6. Kochańska, E., *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rozwoju lokalnego : perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*, PAN i CBI Pro-Akademia, Łódź 2012.
7. Komisja Europejska, *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe {SWD(2012) 11 final}*. Pobrano z lokalizacji, http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_en.pdf, 2012, data pobrania 15.01.2013.
8. NOFOŚiGW, <http://www.nfosigw.gov.pl>. Pobrano z lokalizacji <http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/ise/ise---konkurs-i/>: <http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/ise/ise---konkurs-i/>, 2013, data pobrania 15.01.2013.
9. Romanowska-Duda, B., *Naukowcy dla gospodarki województwa łódzkiego. Opracowanie metodyki kompleksowej, dotyczącej wykorzystania ścieków z zakładów mleczarskich do produkcji biomasy makrofitów, jako nowatorskiego źródła biogazu w odniesieniu do problemu utylizacji odpadów w regionie łódzkim*, CBI Pro-Akademia, Warszawa 2013.
10. Samson-Bręk Izabela, K. A., *Stan obecny sektora biogazu rolniczego w Polsce . Czysta Energia*, 2012.
11. Sibiński M., *Naukowcy dla gospodarki województwa łódzkiego*, CBI ProAkademia, Warszawa 2013.
 - a. Sobótka, K., *Mazowiecka Agencja Energetyczna*. Pobrano z lokalizacji http://zielona-energia.ews21.pl/index.php?page=szkolenie_wyklad&id=11&idLecture=103, 2011, data pobrania 03.01.2013.
12. Wolf, W., *Naukowcy dla gospodarki województwa łódzkiego. Analiza sposobu zagospodarowania i oczyszczania ścieków w zakładach mleczarskich regionu łódzkiego z uwzględnieniem możliwości wykorzystania osadu nadmiernego oraz optymalizacji zużycia energii*, CBI Pro-Akademia, Warszawa 2013.
13. Znajdek K., *Pozyskiwanie energii elektrycznej i ciepłej ze Słońca*, [w:] Adrian Ł., Jabłońska M. R., Janicki M., Klimek A. Szubska-

Włodarczyk N., Pawlak J., Popławski P., Tkacz E., Znajdek K.,
Osiedle 2020, PAN i CBIPro-Akademia, Łódź 2012.

Abstract

The waste management technologies, such as incineration or gasification face the lack of social acceptance in Poland. Scaling the processes of the waste gasification to micro-scale biogas technology may lead not only to alleviation of the growing problem of waste, but also creation of the Polish biotechnology specialization as an innovation accelerator. The article presents the idea of integrating the micro biogas production process into the technological agri-food industry line and cover the energy needs thanks to production of renewable energy.

The management system of biotechnological process can be run in conjunction with the processes of optimizing the consumption of electricity, heat and cooling.