

Wpłynęło 23.10.2012 r.
Zrecenzowano 21.11.2012 r.
Zaakceptowano 19.12.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Szacowanie wielkości emisji wybranych surowców energetycznych dla biogazowni z zastosowaniem metody LCA

Łukasz NAMYŚLAK^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

Streszczenie

Badano wpływ zwiększonego wykorzystywania surowców odnawialnych w postaci upraw roślin na cele energetyczne, co może powodować przekształcenie upraw, a w dalszej konsekwencji gruntów oraz prowadzić do negatywnych zmian w bilansie emisji gazów cieplarnianych. Współczynnik pośrednich przekształceń użytkowania gruntu iLUC określono jako wyraz prawdopodobnych zmian. Zastosowano metodę LCA dla celów szacowania emisji powodowanej przez produkt (jednostkę energii) w jego cyklu życia. Wyniki przeprowadzonych symulacji wykazały, że pozyskanie energii z biogazu powoduje mniejsze obciążenie środowiska atmosferycznego niż stosowanie paliw konwencjonalnych. Wykorzystanie upraw roślin do produkcji biogazu spowodowało jednak zwiększenie emisji, wynikające z jego zastosowania w produkcji jednostki energii elektrycznej i cieplnej. Odpowiedzią na nowe zagrożenie może być zachowanie zasad zrównoważonego rozwoju.

Słowa kluczowe: biogazownie, emisja gazów cieplarnianych, LCA, OZE, współczynnik LUC

Wstęp

Od przeszło dekady sektor energetyczny odnotowuje zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną [GUS 2011]. Jednocześnie wprowadzane są coraz bardziej restrykcyjne normy środowiskowe oraz obowiązek zmniejszania emisji gazów cieplarnianych. W tej sytuacji poszukiwanie nowych i bardziej efektywnych źródeł energii stało się koniecznością. Obecnie wywierana jest silna presja na rozwój rynku agropaliw, będących odnawialnym źródłem energii. Wielu autorów wskazuje, że wykorzystanie resztek i pozostałości pochodzenia



rolniczego do produkcji biogazu na cele energetyczne, pozwala zmniejszyć emisję niektórych monitorowanych gazów z rolnictwa [CLEMENS i in. 2006; CUÉLLAR i in. 2008; WEILAND 2006] oraz zredukować wielokrotnie wyższe emisje wynikające z cyklu życia jednostki energii elektrycznej z sektora energetycznego, nie licząc innych korzyści, takich jak:

- rozwój obszarów wiejskich,
- rozwój nowych technologii [Dyrektywa 2009/28/WE; KOM(2010) 811],
- potencjalny zysk ze sprzedaży „zielonych certyfikatów” [SAŁAGAN i in. 2011].

Jednak niekontrolowane wypełnianie potrzeb rynku argopaliw, może doprowadzić do procesów odwrotnych niż zakładane, ponieważ intensywna uprawa niektórych surowców roślinnych, wykorzystywanych do produkcji biogazu (lub paliw ciekłych), może wywołać bezpośrednie lub pośrednie skutki zmiany użytkowania gruntu, przekładając się tym samym na rzeczywiste zwiększenie emisji [IEEP 2011a; KOM(2010) 811]. Może to również wywołać wzrost cen żywności [KOSEWSKA, CHMIELEWSKI, 2012] oraz realne szkody w środowisku naturalnym i bioróżnorodności [IEEP 2011b]. Dlatego tematyka trwałego i zrównoważonego rozwoju, równoważącego wykorzystanie zasobów oraz umożliwiającego osiągnięcie celów ekonomicznych i społecznych, jest obecna w agroenergetyce [BARTKOWIAK i in. 2012; WWF 2012].

Przejawem zainteresowania realnymi skutkami inwestycji w rolnicze źródła energii, jest rozwój tematyki, dotyczącej współczynnika iLUC (ang. indirect Land Use Change), określającego efekty pośredniej zmiany użytkowania gruntu [Rezolucja PE ... 2012; SANCHEZ i in. 2012]. W przypadku przestawienia upraw z produkcji żywności, włókien naturalnych lub innych, na produkcję surowców w celu pozyskania „zielonej energii”, powstaje konieczność zintensyfikowania produkcji na pozostałym obszarze lub też przekwalifikowania innych gruntów do m.in. produkcji żywności lub pasz. Przeznaczenie cennych środowisk na produkcję roślin energetycznych jest regulowane postanowieniem dyrektywy 2009/28/WE, która definiuje ograniczenia i wykluczenia. Mitygacja dwutlenku węgla w istniejących środowiskach może zostać utrudniona [BOREK, FABER 2011] właśnie przez ich zmianę (pośrednio i bezpośrednio). Dlatego analizując wpływ „zielonych” źródeł energii na środowisko, przedstawiciele nauki wywarli wpływ na decydentów, aby pośrednie zmiany użytkowania gruntu (współczynnik iLUC) znalazły się w strefie zainteresowania objętego przepisami. Parlament Europejski wydał rezolucję w sprawie przeglądu 6. wspólnotowego programu działań w zakresie środowiska naturalnego, w której ujęto ten temat, jako element przyszłej polityki UE wobec środowiska [Rezolucja PE... 2012]. Istnieją badania wskazujące, że zbyt intensywne bądź niewłaściwie prowadzone prace, związane z pozyskaniem roślin, w tym na cele energetyczne, mogą doprowadzić do niezrealizowania celu, jakim jest ograniczenie emisji dwutlenku węgla (i innych gazów cieplarnianych), a wręcz do zwiększenia emisji w stosunku do surowców konwencjonalnych (tab. 1) [GAWEL, LUDWIG 2011; Öko-Institut 2010].

Szacowane poziomy emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia jednostki energii z wybranych rodzajów źródeł pozyskania biogazu, w tym dla biogazowni rolniczych

Tabela 1. Zmiany emisji w cyklu życia, wynikające z zastosowania roślin do produkcji agropaliw, z uwzględnieniem współczynnika iLUC, symulacja dla lat 2010–2020
 Table 1. Emission changes in the life cycle resulted from using crops for biofuel production, considering the iLUC factor; simulation for years 2010–2020

Region, uprawa, rodzaj gruntu Region, crop, land use	Emisja gazów szklarniowych GHG emission [g CO ₂ eq·MJ ⁻¹ agropaliwa of biofuel]				Redukcja emisji w stosunku do paliw konwencjonalnych Emission reduction related to conventional fuels [%]			
	LCA	+dLUC	+iLUC 25%	+iLUC 50%	LCA	+dLUC	+iLUC 25%	+iLUC 50%
UE, rzepak, GO EU, oilseed rape, AL	40	40	73	107	-54	-54	-15	+24
UE, rzepak, UZ EU, oilseed rape, GL	40	67	100	134	-54	-23	+16	+55
UE, pszenica, GO EU, wheat, AL	45	45	79	112	-46	-46	-7	+32
UE, pszenica, UZ EU, wheat, GL	45	72	106	139	-46	-15	+24	+63

Objaśnienia: UE – Unia Europejska, GO – grunty orne, UZ – użytki zielone, dLUC – współczynnik bezpośredniej zmiany użytkowania gruntu, iLUC – współczynnik pośredniej zmiany użytkowania gruntu (25% oznacza przeciętne zainteresowanie surowcem, 50% – znaczne zainteresowanie surowcem). Procentowe wartości ujemne oznaczają redukcję emisji, dodatnie wzrost.
 Explanations: EU – European Union, AL – arable land, GL – grassland, dLUC – direct land use change, iLUC – indirect land use change (25% – average resource demand, 50% – high resource demand). Negative percentage values stand for emission reduction, positive for increased emission.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Öko-Institut 2010].
 Source: own elaboration based on: [Öko-Institut 2010].

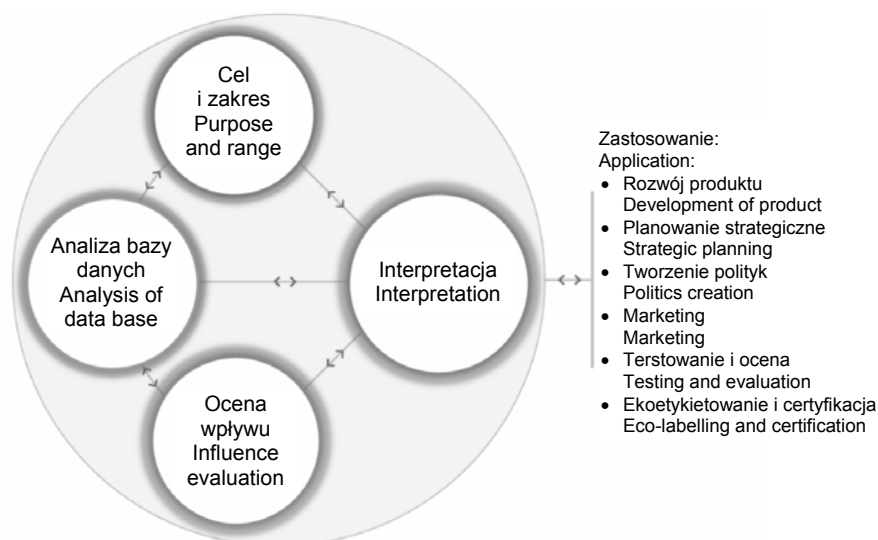
oraz utylizacyjnych, z zastosowaniem metodyki LCA (oceny cyklu życia produktu), mogą się różnić. Uwzględnienie współczynnika pośredniej zmiany użytkowania gruntu (iLUC) z zastosowaniem komponentów roślinnych do produkcji biogazu, umożliwi dokładniejszą ocenę oddziaływania jednostki energii na środowisko.

Metody badań

Do przeprowadzenia badań zastosowano metodykę LCA (ang. Life Cycle Assessment), która przewiduje ocenę wszystkich powstających w toku stosowania obciążeń środowiskowych, wywieranych przez produkt (rozumiany jako dobro materialne lub niematerialne, np. przedmiot lub jego funkcja) – podejście „od kołyski do grobu” [PN-EN ISO 14044:2006]. Produkt, w tym przypadku w postaci jednostki energii, poddano ocenie na każdym etapie życia (funkcjonowania), również w zakresie powodowania obciążeń środowiska. Testowano wpływ procesów pozyskania surowców oraz energii pierwotnej, obróbki i przetwarzania półproduktów, transportu, zgodnego wykorzystania, a także zużycia oraz właściwą formę zagospodarowania końcowego na środowisko atmosferyczne.

Proces prowadzenia analizy obciążenia środowiska przez produkt metodą LCA, składa się z czterech etapów (rys. 1) [ELCOCK 2007; PN-EN ISO 14044:2006], a mianowicie:

- zdefiniowania celu badania (opis produktu) i zakresu (określenie granic analizy, jednostek, zdefiniowanie szczególnych założeń oraz inne);
- przeprowadzenia badań, pomiarów oraz przeglądu literatury, w celu przygotowania zbioru baz danych („wejść-wyjść”), zawierającego informacje o procesach i produktach, a także przeprowadzenia symulacji;
- wskazania kierunków oddziaływań analizowanego produktu na szeroko pojęte środowisko;
- interpretacji – przełożenia wyników zbioru baz danych („wejść-wyjść”), w odniesieniu do celu i zakresu analizy, na wskazania dotyczące działań i decyzji.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [LCANZ 2011].
Source: own elaboration based on: [LCANZ 2011].

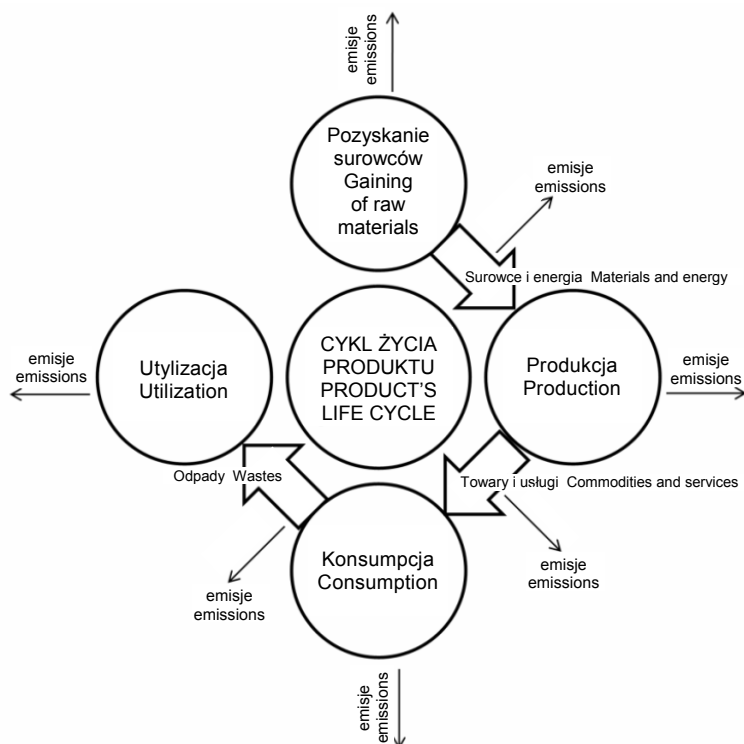
Rys. 1. Schemat analizy LCA
Fig. 1. Scheme of the LCA analysis

Przyjmuje się, że wynik przeprowadzonej oceny posłuży do ukierunkowania produkcji, planowania strategicznego, marketingu, zarządzania i certyfikacji, a także do doskonalenia systemu [BARAN 2006]. Metodyka LCA, zastosowana do oszacowania obciążenia środowiska przez emisję gazów cieplarnianych w wyniku powstania wyrobu, tj. jednostki energii, pozwoli na wskazanie rozwiązania bardziej przyjaznego środowisku.

Do przeprowadzenia modelowania, wykorzystano aplikację komputerową GEMIS w wersji 4.7.1, opracowaną przez niemiecki Ōko-Institut e.V. Program ten jest zgodny z założeniami ISO 1404x, dotyczącymi analizy zbioru wejść i wyjść. Do

obliczeń przyjęto polskie oraz niemieckie dane literaturowe (dane technologiczne, przeglądy naukowe), a w przypadku ich braku zastosowano dane ogólne, z wbudowanej w program Gemis bazy danych. W związku z tym, że proces pozyskania energii elektrycznej z zastosowaniem generatorów zasilanych paliwem ciekłym lub stałym, jest zwykle skojarzony z powstaniem energii cieplnej (kogeneracja), emisję przeliczono ze względu na zastosowanie systemu skojarzonego i ogólnie.

Budowa modelu obliczeniowego polega na utworzeniu ciągu logicznych zależności pomiędzy surowcami i procesami, niezbędnymi do uzyskania wyrobu (tu: jednostka energii). Wizualną reprezentacją takich zależności jest schemat cyklu życia produktu (rys. 2), gdzie etap pozyskania surowców, ich przetwarzania i pozyskania energii, wytworzenie produktu oraz jego zużycie, są, w myśl podejścia LCA, procesami od siebie zależnymi.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 2. Uproszczony schemat cyklu życia produktu
Fig. 2. Simplified scheme of product's life cycle

Pozyskanie energii z instalacji jest, w konstruowanej symulacji komputerowej, traktowane jako wieloetapowy proces – w skład wchodzi liczne dane dotyczące pozyskania surowców, parametrów fizykomechanicznych instalacji (wydajność, żywotność, sprawność, itp.), obciążenia środowiska, generowanych kosztów

oraz takie zależności systemowe, jak podprocesy zależne (logistyka, wydobycie surowców, magazynowanie, itp.), procesy uzupełniające i pomocnicze, i wiele innych, tworzących funkcjonalny model obliczeniowy.

Wyniki i dyskusja

W symulacji porównawczej stanu bieżącego zestawiono ze sobą następujące instalacje:

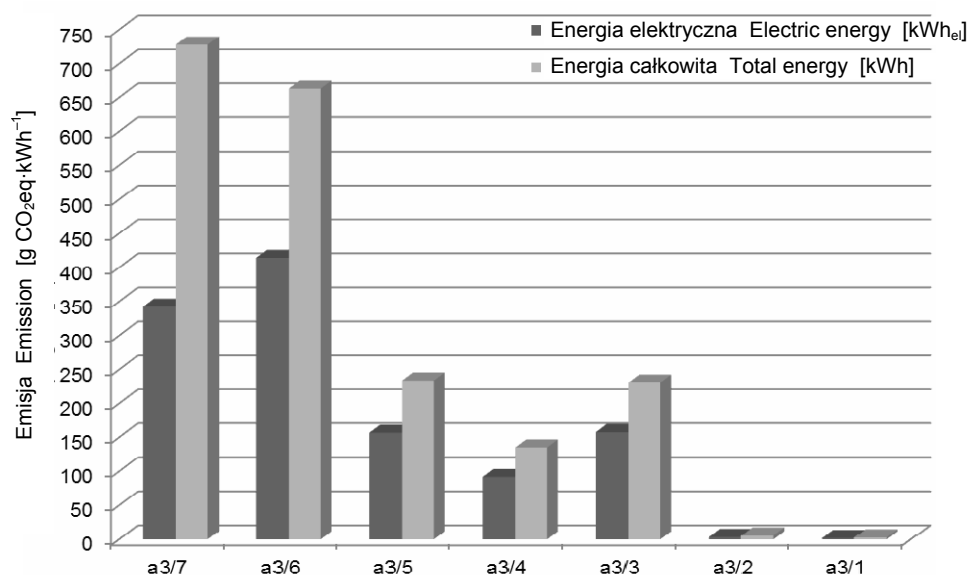
- a3/7 – elektrociepłownia, zasilanie węglem brunatnym;
- a3/6 – elektrociepłownia, zasilanie gazem ziemnym;
- a3/5 – biogazownia rolnicza, wsad mieszany (udział materiałów rolniczych: 40% kiszonka z traw, 30% kiszonka z kukurydzy, 30% gnojowica bydłęca, świńska, kurza);
- a3/4 – biogazownia rolnicza, wsad mieszany (udział materiałów rolniczych: 40% odpady zielone, 30% kiszonka z kukurydzy, 30% gnojowica bydłęca, świńska, kurza);
- a3/3 – biogazownia rolnicza, wsad mieszany (udział materiałów rolniczych: 70% kiszonka z kukurydzy, 30% gnojowica bydłęca, świńska, kurza);
- a3/2 – biogazownia utylizacyjna, osady ściekowe;
- a3/1 – biogazownia utylizacyjna, odpady komunalne.

Szacunkowe wielkości emisji z zastosowaniem wskazanych surowców przedstawiono na rysunku 3. oraz w tabeli 2. Ponieważ spalanie paliw wiąże się z wytworzeniem ciepła, przedstawiono wyniki emisji wyrażone w ekwiwalencie CO₂, w przeliczeniu dla wytworzonej energii elektrycznej (Energia elektryczna/Electric energy), jak i ogólne, zawierające całość oszacowanej emisji (Energia całkowita/Total energy).

W przypadku większych instalacji (elektrociepłownie), mamy na co dzień do czynienia z produkcją w kogeneracji energii elektrycznej oraz ciepła, które poza pewnymi stratami zostanie wykorzystane przez sieć odbiorców, jako użytkowe oraz przez producenta na cele własne. Natomiast w przypadku mniejszych instalacji (biogazownie), powstałe ciepło traktowane jest jako całkowicie wykorzystane przez producenta bądź strata ze względu na częsty brak innego odbiorcy.

W przypadku emisji z biogazowni rolniczych (a3/3–a3/5) wyniki są zbliżone, z tym, że najniższy poziom emisji wyrażony w ekwiwalencie CO₂, wykazała instalacja, w której zastosowano m.in. surowce klasyfikowane jako odpady zielone (a3/4), traktowane jako nieemisyjne.

Instalacje, wykorzystujące biogaz pochodzący z odpadów lub osadów ściekowych, wykazały niemal zerową emisję z następującego powodu: zarówno odpady na składowisku, jak i osady należy traktować jako surowiec w myśl podejścia LCA dlatego, że ich zbiórka, transport i składowanie należą do cyklu życia wyrobu, którym były zanim stały się odpadami. Wobec tego są „złem koniecznym”, bez takich etapów, jak wydobycie i przetwarzanie do produktu końcowego; w systemie traktowane jako surowiec odnawialny. Elementarna emisja jest związana z procesami przetwórczymi i systemami pozyskania.



Objaśnienia skrótów w tekście. Shortcuts explained in the text.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 3. Wyniki analizy stanu bieżącego (rok bazowy 2010)

Fig. 3. Analysis results of the „current state” (year 2010)

Tabela 2. Zestawienie wyników analizy stanu bieżącego

Table 2. Summary of the „current state” result analysis

Źródło emisji Source of the emission	CO ₂ eq	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	[g·kWh _{el} ⁻¹]				[g·kWh ⁻¹]			
a3/7	342,44	330,31	<1	<1	727,70	701,90	<1	<1
a3/6	414,31	386,47	<1	<1	662,90	618,36	1,57	<1
a3/5	156,73	51,56	<1	<1	233,86	76,70	1,30	<1
a3/4	91,63	33,05	<1	<1	135,14	48,61	1,33	<1
a3/3	157,57	55,21	<1	<1	230,68	80,84	1,35	<1
a3/2	3,47	<1	<1	<1	5,63	<1	<1	<1
a3/1	1,88	<1	<1	<1	2,79	<1	<1	<1

Objaśnienia skrótów w tekście. Shortcuts explained in the text.

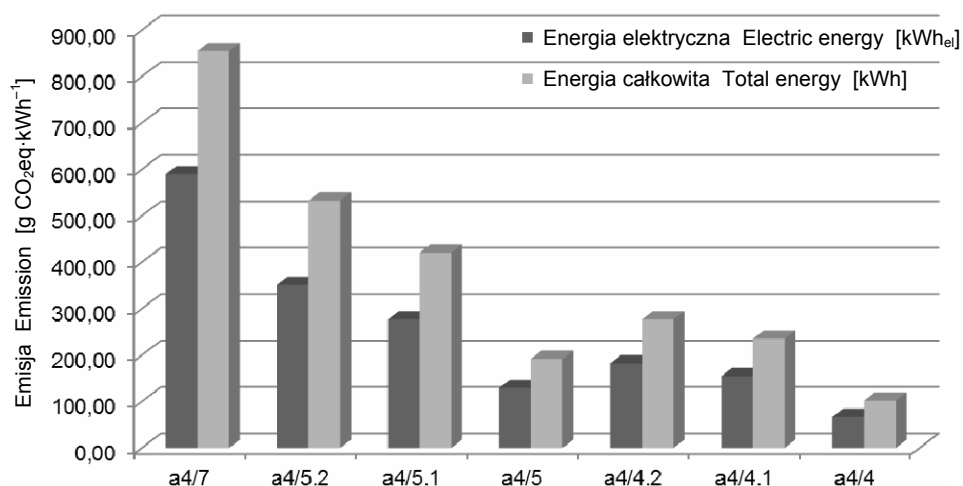
Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Wynik prognozy emisji związanej z uwzględnieniem współczynnika pośredniej zmiany użytkowania gruntów (iLUC), zaprezentowano na rysunku 4. oraz w tabeli 3.

Wykorzystano następujące warianty produkcyjne:

a4/7 – elektrociepłownia zasilana węglem brunatnym;

a4/5.2 – biogazownia rolnicza, wsad mieszany (udział materiałów rolniczych: 40% kiszonka z traw, 30% kiszonka z kukurydzy, 30% gnojowica kurza,



Objaśnienia skrótów w tekście. Shortcuts explained in the text.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 4. Wyniki analizy prognozującej (rok bazowy 2030)

Fig. 4. Results of the „prognostic” analysis (year 2030)

Tabela 3. Zestawienie wyników dla analizy prognozującej

Table 3. Summary of the „prognostic” analysis

Źródło emisji Source of the emission	CO ₂ eq	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	[g·kWh _{el} ⁻¹]				[g·kWh ⁻¹]			
a4/7	589,58	584,26	<1	<1	854,89	847,18	<1	<1
a4/5.2	350,47	289,19	<1	<1	532,71	439,57	<1	<1
a4/5.1	276,59	215,31	<1	<1	420,42	327,28	<1	<1
a4/5	128,90	36,50	<1	<1	191,64	54,63	<1	<1
a4/4.2	181,89	131,56	<1	<1	276,48	199,97	<1	<1
a4/4.1	154,50	104,17	<1	<1	234,85	158,34	<1	<1
a4/4	66,99	31,35	<1	<1	101,82	47,66	<1	<1

Objaśnienia skrótów w tekście. Shortcuts explained in the text.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

- bydlęca, świńska), współczynnik iLUC uwzględniony dla przekształceń gruntów ornych;
- a4/5.1 – jw., współczynnik iLUC uwzględniony dla przekształceń użytków zielonych,
- a4/5 – jw., współczynnik iLUC nieuwzględniony,
- a4/4.2 – biogazownia rolnicza, wsad mieszany (udział materiałów rolniczych: 40% odpady zielone, 30% kiszonka z kukurydzy, 30% gnojowica kurza, bydłęca, świńska), współczynnik iLUC uwzględniony dla przekształceń gruntów ornych,

- a4/4.1 – jw., współczynnik iLUC uwzględniony dla przekształceń użytków zielonych,
a4/4 – jw., współczynnik iLUC nieuwzględniony.

Rezultat prognozowania emisji dla 2030 r. pokazuje, jak diametralnie różne są wyniki, uzyskane ze stosowaniem „zielonej energii” w postaci biogazu oraz po doliczeniu wskaźnika iLUC, proponowanego przez niemiecki Öko-Institut. Z przeprowadzonej symulacji wynika, że produkcja roślin wykorzystywanych do produkcji biogazu, odbywając się kosztem użytków zielonych, powoduje większą emisję niż na użytkach rolnych. Wynika ona z dodatkowych nakładów na pozyskanie i konwersję gruntów.

Podsumowanie

Symulacje, przeprowadzone w ramach analizy cyklu życia jednostki energii pozyskanej z biogazu, wykazały zróżnicowany poziom emisji gazów cieplarnianych. Uzależnione jest to głównie od pochodzenia surowca, z którego pozyskano biogaz, od procesów i produktów stosowanych podczas jego wytwarzania. Uwzględnienie współczynnika iLUC w prognozie na 2030 r., wykazało wzrost emisji gazów cieplarnianych z wytworzenia energii z biogazu. Wynik ten jest nadal poniżej poziomu uzyskanego ze źródła konwencjonalnego (elektrociepłownia), aczkolwiek przewaga ta przestaje być tak wyraźna. Stosowanie biomasy odpadowej, jako wsadu do komory fermentacyjnej, wykazuje w podejściu LCA, znacząco mniejsze oddziaływanie na środowisko.

W zależności od sytuacji gospodarczej na rynku agropaliw w najbliższych latach, popytu na surowce, a także od zmian aktualnego ustawodawstwa i strategii, realne poziomy emisji ze źródeł pośrednich mogą zanegować niektóre cele środowiskowe wykorzystania roślin na cele energetyczne. Utrzymujący się trend oraz potrzeba realizacji założeń pozyskania „zielonej energii”, stwarzają potrzebę zachowania ostrożności w trakcie realizacji założonych wytycznych. Dlatego zachowanie zasad rozwoju sustensywnego (trwałego i zrównoważonego), znajduje zastosowanie także i w tej dziedzinie.

Praca została zrealizowana w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym przy współudziale środków finansowych, pochodzących z Programu Wieloletniego na lata 2011–2015, działanie 4.2.

Bibliografia

- BARAN J. 2006. Ocena cyklu życia – Life cycle assesment LCA. Część II. Propagowanie wzorców produkcji i konsumpcji sprzyjających promocji zasad trwałego i zrównoważonego rozwoju [online]. [Dostęp 19.09.2011]. Dostępny w Internecie: www.proramcp/org.pl/polpcp/JBaran02.pdf
- BARTKOWIAK A., NAMYSŁAK Ł., MIELCAREK P. 2012. Działania strategiczne w zakresie dobrostanu zwierząt jako element zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1 s. 99–104.

BOREK R., FABER A. 2011. Environmental effects of the SRC willow/rye sequence [online]. Materiał pokonferencyjny „Optimal land use for bioenergy production without jeopardising of food self-sufficiency and food security” Puławy 2011. [Dostęp 01.12.2011]. Dostępny w Internecie: proficiency-fp7.eu/Work_bioenergy/PDF/Robert_Borek_bioenergy_environmental_effects.pdf

CUÉLLAR A. D., WEBBER M. E. 2008. Cow Power: the energy and emissions benefits of converting manure to biogas [online]. Environmental Research Letters. No. 3. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.stacks.iop.org/ERL/3/034002

CLEMENS J., TRIMBORN M., WEILAND P., AMON B. 2006. Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry [online]. Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 112 [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.sciencedirect.com

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Dz.Urz. UE L 140/16

ELCOCK D. 2007. Life-Cycle Thinking for the Oil and Gas Exploration and Production Industry, ANL/EVS/R-07/5 [online]. Raport Environmental Science Division, Argonne National Laboratory. [Dostęp 08.09.2011]. Dostępny w Internecie: www.evs.anl.gov/pub/dsp_detail.cfm?PubID=2154

GAWEL E., LUDWIG G. 2011. The iLUC dilemma: How to deal with indirect land use changes when governing energy crops? [online]. Land Use Policy. No. 28. [Dostęp 20.04.2012]. Dostępny w Internecie: www.sciencedirect.com

GUS 2011. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009, 2010. Warszawa. ISSN 1506-7947 ss. 290.

IEEP – Institute for European Environmental Policy 2011a. Anticipated indirect land use change associated with expanded use of biofuels and bioliquids in the UE – An analysis of the National Renewable Energy Action Plans [online]. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.ieep.eu/work-areas/climate-change-and-energy

IEEP – Institute for European Environmental Policy 2011b. Newsletter Winter 2011–2012: Reducing the impact of biofuels on biodiversity [online]. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.ieep.eu/work-areas/biodiversity

KOM(2010) 811 z dnia 22 grudnia 2010. Sprawozdanie Komisji w sprawie pośredniej zmiany użytkowania gruntów spowodowanej korzystaniem z biopaliw oraz biopłynów [online]. Komisja Europejska. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.eur-lex.europa.eu

KOSEWSKA M., CHMIELEWSKI Ł. 2012. Bioetanol – nadzieja czy kosztowny eksperyment [online]. Biuletyn Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich. Nr 1. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.ksow.gov.pl

LCANZ – Life Cycle Association of New Zealand 2011. Introduction to LCA [online]. [Dostęp 8.09.2011]. Dostępny w Internecie: www.lcanz.org.nz/introduction-lca#applications

Óko-Institut 2010. The iLUC factor: A simplified approach to quantify GHG emissions from indirect land use changes [online]. Materiał konferencyjny: CARB Fourth Low Carbon Fuel Standard Expert Workgroup Meeting. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/workgroups/ewg/071510fritsche.ppt

PN-EN ISO 14044:2006. Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Wymagania i wytyczne.

Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie przeglądu szóstego wspólnotowego programu działań w zakresie środowiska naturalnego oraz określenia priorytetów dla siódmego unijnego programu działań w zakresie środowiska – lepsze środowisko dla

lepszego życia [online]. Dokument przyjęty w wersji tymczasowej pod numerem: P7_TA-PROV(2012)0147. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&language=EN&reference=P7-TA-2012-147

SALAĞAN P., DOBEK T. K., WIELICZKO P. 2011. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w gospodarstwach rolnych i gminach wiejskich. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9 s. 207–213

SANCHEZ S. T., WOODS J., AKHURST M., BRANDER M., O'HARE M., DAWSON T. P., EDWARDS R., LISKA A. J., MALPAS R. 2012. Accounting for indirect land-use change in the life cycle assessment of biofuel supply chains [online]. *Journal of The Royal Society Interface*. No. 9. [Dostęp 20.04.2012]. Dostępny w Internecie: www.royalsocietypublishing.org

WEILAND P. 2006. Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany [online]. *Engineered Life Science*. No. 3. [Dostęp 02.07.2012]. Dostępny w Internecie: www.els-journal.com

WWF 2012. Better production for a living planet. WWF Highlights 2012. Szwajcaria. ISBN 978-2-940443-58-1 ss. 44.

Łukasz Namysłak

**ASSESSING THE EMISSIONS FROM SELECTED SOURCES OF ENERGY
FOR BIOGAS PLANT WITH THE USE OF LCA METHOD**

Summary

The effect of increased using of renewable energy sources in form of the crops cultivated for energy purposes, was analysed. It may result in cropping transformation and, consequently, in land conversion, leading to negative changes in the balance of greenhouse gas emission. The indirect land use change (iLUC) factor was determined as a sign of possible changes. LCA methodology was used to estimating emissions caused by the product (energy unit) in its life cycle. Simulation results indicated that the energy acquisition from biogas causes less environmental load of the atmosphere, as compared to use of conventional fuels. However, the use of crops for biogas production resulted in an increased emission from its use to generation of heat and electricity units. The solution for the new threat may be an application of sustainable development principles.

Key words: LCA, biogas, GHG emissions, renewable energy, LUC factor

Adres do korespondencji:

mgr inż. Łukasz Namysłak
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Poznaniu
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań
tel. 61 820-33-31 wew. 282; e-mail: l.namyslak@itep.edu.pl