

MICHAŁ JASIULEWICZ

ANDRZEJ SUSZYŃSKI

Politechnika Koszalińska

INNOWACYJNE WYKORZYSTANIE ZASOBÓW SUROWCOWYCH DO CELÓW ENERGETYCZNYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH

Abstract: Innovation of the Utylization Resources to Energetic Aims on Rural Areas.

Rural areas in Poland are very diversity about the special structure of Polish agriculture, natural resources, touristic value, inhabitants and their entrepreneurship. Very important is the possibility for the production of renewable energy from agricultural biomass as a way of using local resources. That's make the possibility to create many places of jobs at the rural areas and possibility's to rise the income of rural inhabitants. Next very interesting possibility to rise the level local ecology.

Keywords: Activity, biomass, new technology, RES, rural areas.

Wstęp

Współczesny okres rozwoju gospodarczego w skali światowej, wiążący się nierozzerwalnie z procesem drastycznych zmian klimatu światowego – wymusza w relatywnie szybkim tempie ograniczenie wykorzystania kopalnych zasobów energii (węгля, ropy, gazu). Postępujące ciągle pogarszanie stanu środowiska przyrodniczego i wzmożenie procesów efektu cieplarnianego, powodowanego głównie przez emisje związków dwutlenku węgla i metanu. Problemy te były wielokrotnie poruszane przez Komisję Europejską UE, jak również na poziomie ONZ. Do wyzwań tych, zdaniem Unii Europejskiej należą głównie: innowacje w zakresie zrównoważonego wzrostu dla biogospodarki Europy. Do głównych zadań, w zakresie zrównoważonego rozwoju, należy zaliczyć:

- prowadzenie zrównoważonej gospodarki zasobami, w tym sprzyjanie inwestycjom w celu zwiększenia produktywności, przy zapewnieniu zrównoważonego korzystania z zasobów oraz ograniczaniu wpływu na środowisko;
- ograniczenie zależności energetycznej od zasobów kopalnych, tj. udostępnienie alternatywnych źródeł energii i odpadów z rolnictwa, leśnictwa oraz prowadzenie upraw roślin energetycznych (wiklina, topola, algi);

- łagodzenie zmian klimatycznych oraz dostosowanie się do nich przez stosowanie procesów bardziej zasobooszczędnych i przyjaznych dla środowiska;
- zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego.

Uwzględniając zasoby UE – wyszukiwanie i wykorzystanie źródeł odnawialnych staje się koniecznością. Na taką konieczność wskazuje także Ministerstwo Gospodarki [2009] w dokumencie: *Polityka Energetyczna Polski (2009)*, w którym jednym z głównych kierunków działania jest rozwój odnawialnych źródeł energii. W tym działaniu konieczne jest uwzględnienie zrównoważonego rozwoju oraz uwzględnienie większej dywersyfikacji źródeł energii i utworzenie korzystnych warunków do rozwoju rozproszonej energetyki, opartej na lokalnych zasobach. Największy potencjał w rozwoju energetyki odnawialnej stanowią produkty biomasy, zwłaszcza pochodzenia rolniczego – produkty uboczne i pozostałości roślin z upraw, a także chowu zwierząt i roślin uprawnych przeznaczonych na cele energetyczne (jednoroczne i wieloletnie) oraz odpady z przemysłu rolno-spożywczego. Działania tego rodzaju mogą stanowić pozytywne efekty przez ograniczenie zanieczyszczania środowiska (używając uciążliwe odpady rolnicze). Ponadto zwiększając wzrost dochodowości ludności, wzrost zaangażowania lokalnej społeczności na rzecz ekologizacji środowiska oraz wzrost zaangażowania społecznej przedsiębiorczości, jak również poprawa bilansu i bezpieczeństwa energetycznego obszaru, stanowią bardzo ważne aspekty rozwoju obszarów wiejskich.

Celem opracowania jest przedstawienie możliwości wykorzystania do celów energetycznych zrównoważonej biomasy, zwłaszcza produktów ubocznych i odpadów pochodzących z rolnictwa, w szczególności w biogazowniach o zróżnicowanej mocy, z wykorzystaniem najnowszych technologii w systemie kogeneracji. Rozwój tego rodzaju inwestycji wpisuje się w działania zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich i stwarza dla nich wiele korzyści, zarówno dla ludności, jak też środowiska przyrodniczego.

Uwzględniając w województwach północnych oraz zachodnich – problemy społeczne, gospodarcze, w aspekcie wykorzystania produkcji biomasy rolniczej oraz jej odpadów i produktów ubocznych, także uprawy roślin energetycznych do produkcji produktów energetycznych – może stanowić szansę na znaczny wzrost wykorzystania zasobów lokalnych (ziemi, pracy, kapitału) – w relacji do konkurencyjnego rozwoju regionu, biorąc pod uwagę innowacyjną gospodarkę. Szczególnie takie obszary, jak: woj. zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie i lubuskie – mają korzystne uwarunkowania do wykorzystania biomasy rolniczej do celów energetycznych, tj. istnieje dobra struktura agrarna [Rudnicki 2016], ukierunkowanie rolnictwa na produkcję roślinną, duży udział gruntów odłogowych i wyłączonych z użytkowania rolniczego, a także znaczny obszar łąk i pastwisk wyłączony z intensywnej produkcji rolniczej oraz rozwinięty przemysł rolno-spożywczy [*ibidem*].

Wykorzystanie potencjału endogenicznego gmin w zakresie wykorzystania OZE na cele energetyczne, a także pełne wykorzystanie lokalnego potencjału walorów

turystycznych stanowi ogromną szansę na lokalny rozwój gospodarczy oraz podniesienie poziomu życia ludności wiejskiej i stworzenie szans na lepsze warunki życia młodej generacji ludności.

1. Możliwości wykorzystania biomasy lokalnej do celów energetycznych

Dokonując szacunku potencjału technicznego biomasy do celów energetycznych na obszarach wiejskich [Jasiulewicz 2010], należy uwzględnić różnorodność jej postaci m.in.:

- potencjał odpadów i produktów z produkcji rolniczej, tj. uprawy buraków cukrowych i pastewnych, uprawy ziemniaków, gnojowicę, pomiot z farm kurzych, obornik, niekonsumpcyjne owoce, zboża,
- odpady z oczyszczalni ścieków,
- nadwyżki słomy (zboż, rzepaku i innych upraw),
- odpady drewna z sadownictwa,
- odpady cięć przydrożnych drzew i likwidacji zadrzewień,
- odpady z przemysłu rolno-spożywczego,
- biomasę z wieloletnich upraw przeznaczonych na cele energetyczne,
- odpady leśne oraz z przemysłu drzewnego.

W większości gmin w Polsce znajdują się dość duże ilości różnych form biomasy nadającej się do celów energetycznych. Biomasę można wykorzystać w procesie bezpośredniego spalania – najlepiej w formie wykorzystania ciepła (w spalaniu w systemie zgazowania, (lub też w systemie ORC) – w nowoczesnych technologiach o wysokiej sprawności, przy wykorzystaniu procesów kogeneracji – wykorzystując biomasę stałą.

Ważnym procesem jest system fermentacji biometanowej, opierający się na rozkładaniu substratu biomasy w środowisku płynnym przy wykorzystaniu bakterii beztlenowych określanymi procesem biogazowania (*anaerobic digestion*). Bardzo wiele substancji może stanowić biomasę substratu, jednak warto zauważyć, że nie można zmieniać dowolnie ich składu w trakcie procesu produkcji ze względu na negatywne skutki procesu, rozkładu biomasy przez bakterie, włącznie do zahamowania procesu. Na uwagę zasługuje możliwość wykorzystania biomasy odpadowej, która powinna podlegać procesowi utylizacji [Myczko 2011]. Niezwykle ważnym elementem jest stosowanie najbardziej efektywnych technologii produkcji energii oraz pozyskanie surowców lokalnych, *MRiRW* 2010.

Przyjęto założenie [Igras, Kopiński 2007], że ok. 12% pogłównia zwierząt gospodarskich (przeliczona w DJP) jest chowana w oborach głębokich, 7% bezściółkowych i 81% w oborach płytkich ściółkowych. Przyjęto także, że 1 jednostka DJP produkuje w ciągu roku ok. 10 t obornika lub 22 m³ gnojowicy [Mercik 2004].

Ocenia się, że najmniejsze mikrobiogazownie (ok. 40 kWe) powinny być instalowane w gospodarstwach o powierzchni 20-50 ha. Mniejsze gospodarstwa powinny wspólnie realizować (minispółdzielnie lub grupy producenckie). Większe gospodarstwa mogą samodzielnie realizować inwestycje – przy czym należy przyjąć, że dla gospodarstw o powierzchni 50-150 ha mogą być instalowane biogazownie o mocy 50-100 kWe, dla gospodarstw o powierzchni 100-300 ha – 100-200 kWe, a dla gospodarstw o powierzchni 150-500 ha – o mocy powyżej 200 kWe. Oczywiście jest to także uzależnione od struktury produkcji, istniejącej infrastruktury.

Podkreślić jednak należy, że do tej pory powstały w Polsce głównie duże biogazownie, tj. powyżej 500 kWe. Istnieje konieczność zróżnicowania inwestycji biogazowniczych w zależności od istniejących warunków lokalnych. Do tej pory działalność biogazowni opierała się głównie na substratach – wielkościach wagowych w tonach.

Tabela 1

Wybrane surowce wykorzystywane do produkcji biogazu rolniczego w 2015 r.

Rodzaj surowca	Udział wagowy w t
Gnojowica	25,6
Pozostałości z owoców i warzyw	21,1
Wywar pogorzelniany	18,8
Kiszonka z kukurydzy	17,8
Wysłodki buraczane	8,1
Osady technologiczne z przemysłu rolno-spożywczego	2,6
Odpady z przemysłu mleczarskiego	2,0
Odpady tłuszczowe	0,9
Odpady z przetwórstwa spożywczego	0,9
Obornik	1,9
Łącznie w tonach: 2 334 737,8	

Źródło: Dane ARR, opracowanie własne.

Zestawienie w tab. 1 wskazuje na relatywnie nieduży udział biomasy odpadowej, zwłaszcza przetworzonej nienadającej się do wykorzystania na paszę. W miarę rozwoju technologii ta sytuacja zmienia się i jednocześnie poprawia się efektywność wykorzystania energetycznego surowca. Do tej pory najbardziej rozpowszechnionym substratem roślinnym do produkcji biogazu jest kiszonka kukurydzy, której wydajność, zarówno w sensie uzyskiwanych plonów, jak również wydajności w produkcji biogazu jako substratu należy do największych. Z różnych względów kukurydza jako wyłączny substrat w biogazowni jest dość mocno krytykowana. Dlatego też stosuje się rozmaite inne rośliny, w tym także mieszanki. W tab. 2 przedstawiono się wydajność biogazu z kukurydzy w porównaniu z innymi roślinami.

Tabela 2

Wydajność biogazu z kukurydzy w porównaniu z innymi roślinami

Gatunek	Masa plonu (t) z 1 ha	Wydajność biogazu	
Kiszonka z kukurydzy	45	200	9000
Zielonka z kukurydzy	50	175	8750
Buraki pastewne	80	80	6400
CCM kukurydza	13	450	5850
GPS pszenica	30	175	5250
Ziemniaki	40	110	4400
Trawa łąkowa	40	95	3800
Ziarno pszenicy	6	600	3600

Źródło: [Michalski 2009].

Obecnie liczne badania wskazują, że uzasadnione jest stosowanie kilku substratów w tzw. kofermentacji w zależności od lokalnych uwarunkowań oraz istniejącej struktury produkcji rolniczej. Wprowadza już się także dodatkowo rozdrobnioną formę różnych gatunków ligno-celulozy. Ważne jest także uwzględnienie wielkości produkcji instalowanej biogazowni i dostosowanie dostaw surowców do zapewnienia ciągłej produkcji. Stanowi to także możliwość wykorzystania obszarów marginalnych do instalacji biogazowni – z uwzględnieniem dostaw lokalnych surowców. Jest to niezwykle ważny aspekt w rozwoju obszarów wiejskich marginalnych [MRiRW 2010]. Lokalizacja biogazowni różnych mocy, w zależności od uwarunkowań powinna uwzględniać możliwości wykorzystania w gospodarce energii cieplnej lokalnie. Oprócz możliwości produkcji energii elektrycznej (i energii cieplnej) konieczne jest także rozważenie możliwości wykorzystania biogazu po jego oczyszczeniu (do poziomu >90% metanu) do wykorzystania w lokalnym transporcie (w formie płynnej). Ważna jest także możliwość zasilania gazociągów biogazem (oczyszczonym), jeżeli linia gazociągu przebiega w sąsiedztwie. Autobusy komunikacji miejskiej mogą być zasilane wyłącznie w biogaz, co obniży wielkość zanieczyszczenia powietrza w miastach i wzmocni ekonomikę lokalnych obszarów wiejskich. Rozwój biogazowni, opartych na lokalnych substratach stanowi duży impuls rozwoju gospodarczego, gdyż pieniądze wydawane na ogrzewanie energią elektryczną czy też transport lokalny, pozostają w układzie lokalnym i regionalnym. Należy podkreślić, że rozwój biogazowni z całą infrastrukturą pobudzają rynek pracy i stwarzają wiele nowych miejsc prac, a dla rolników – dodatkowe przychody.

W instalowaniu biogazowni rolniczych ważne jest, aby lokalizować je głównie w pobliżu obiektów większych ferm – chowu świń, bydła, kurcząt – gdyż jest to naturalna forma utylizacji tych trudnych surowców w pobliżu zabudowań. Właściwe zagospodarowanie odpadów surowców roślinnych i zwierzęcych stanowi nie tylko możliwości lecz także konieczność w celu działania w kierunku zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Dodatkową wartością rozwoju procesów biogazowni

fermentacyjnych – jest uzyskanie w efekcie w postaci postfermentu – cennego nawozu ekologicznego, który można stosować bezpośrednio po zakończeniu produkcji w formie półpłynnej pofermentu albo też po wysuszeniu (na bazie ciepła odpadowego) – w formie nawozów suchych.

W odniesieniu do wykorzystania biomasy stałej – odpady z lasu oraz biomasa z lokalnych plantacji roślin wieloletnich (wierzba, topola) umożliwia wykorzystanie tej biomasy w lokalnych kotłowniach energetyki ciepłej w zamian za wykorzystywane do tej pory węgiel kamienny. Jest to ogromna szansa zastąpienia surowca – w nowych kotłach dostosowanych do spalania biomasy [Protas 2011], a najlepiej posiadających możliwości zastosowania kogeneracyjnego (wykorzystania energii elektrycznej i ciepłej). Większość małych miast (ok. 300 w Polsce) posiada odpowiednią infrastrukturę ciepłowniczą, którą bez problemu można wykorzystać do ogrzewania w systemie spalania biomasy. Jest to ogromnie ważnym czynnikiem rozwoju regionalnego – środki finansowe pozostają na miejscu, a także powstaje wiele miejsc pracy oraz mogą zostać wykorzystane wszystkie grunty odłogowe, zdegradowane.

Stworzenie rozproszonej energetyki jest sprawą ważną, wymaga także utworzenia inteligentnego systemu zarządzania siecią (*smart grid*). Ponieważ podejście do tych zagadnień wymaga pewnych nakładów finansowych, zapewnienia prawnego i finansowego systemu w średnim czasie. Jest to bardzo dobra alternatywa dla energetyki jądrowej – już dzisiaj bardzo krytykowanej przez większość krajów wysoko rozwiniętych, poza tym nieuzasadnionej formy pod względem ekonomicznym.

2. Rozwój inwestycji opartych na lokalnych surowcach odnawialnych – stymulatorem zrównoważonego rozwoju lokalnego

Energetyka zrównoważona, tj. zgodna z ideą zrównoważonego rozwoju, przyczynia się do zapewnienia lokalnych potrzeb energetycznych (zarówno energii elektrycznej, jak i ciepłej), zagwarantowania potrzeb społecznych związanych z energetyką, zwiększenia konkurencyjności gospodarki oraz poprawy stanu środowiska przyrodniczego. Bardzo istotne jest wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych, a także wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa. Te elementy zrównoważonego rozwoju mają szczególne znaczenie w układzie lokalnym. Bardzo ważny jest rozwój inwestycji o charakterze innowacyjnym, powinny być wcześniej uzgodnione warunki na poziomie gminnym, uszczegółowienie systemów wsparcia dla energetyki odnawialnej, a także uzgodnienie roli samorządu lokalnego we wspieraniu dla inwestorów, jak również współdziałania z przedsiębiorstwami energetycznymi [Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2011]. Obowiązująca od 2009 r. Dyrektywa UE 2009/28/WE zobowiązała państwa członkowskie do tworzenia programów krajowych wsparcia inwestycji w odnawialne źródła energii (OZE) oraz opracowania krajowych planów działania w zakresie wdrażania OZE.

W Polsce opracowana została *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.* (2009), gdzie uwzględniono maksymalizację wykorzystania istniejącego potencjału energii odnawialnej, jak również wskazano na konieczność modernizacji sieci wiejskich i dostosowanie ich do aktualnych potrzeb producentów i odbiorców energii. Liczne opracowania dokumentów rządowych nie spowodowały gwałtownego wzrostu wykorzystania OZE w energetyce krajowej. Rozwój OZE w Polsce rozwija się relatywnie wolno w porównaniu z innymi krajami UE – tab. 3.

Tabela 3

Udział OZE w energetyce Polski na tle wybranych krajów UE w latach 2010-2013

Wyszczególnienie	Pozyskanie energii pierwotnej ogółem w (Mtoe)				Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem (%)			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
UE-28	831,5	800,8	795,4	789,8	19,6	20,3	22,6	24,3
Austria	12,1	11,5	12,9	12,1	73,8	72,8	75,1	78,2
Czechy	31,5	32,0	32,0	29,9	9,2	9,5	10,2	12,2
Finlandia	17,3	17,0	17,1	18,0	54,5	53,9	58,1	55,2
Francja	134,7	134,9	133,3	135,1	15,6	13,3	15,6	17,1
Holandia	70,0	64,5	64,9	69,7	4,2	4,8	5,8	6,2
Litwa	1,3	1,3	1,3	1,4	90,4	90,1	90,8	91,1
Niemcy	128,7	122,7	122,7	120,6	21,5	24,0	26,1	27,9
Polska	67,5	68,8	72,6	71,8	10,2	10,8	11,7	11,9
Słowacja	6,0	6,2	6,2	6,4	23,5	22,5	23,0	22,9
Włochy	29,5	31,2	35,5	36,9	53,8	55,8	60,2	63,7

Źródło: [GUS, *Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 r.*, opracowanie własne].

OZE w ogólnym potencjale energetycznym wzrasta (w 2010 r. – 10,2% OZE do 2013 r. – 11,9% OZE), jest relatywnie niewielki wzrost udziału OZE [Myczko 2011]. Wcześniejsze oczekiwania, że nowa *Ustawa o OZE z 20 lutego 2015 r.* przyniesie korzystne zapisy, gwarantujące opłacalność produkcji energii odnawialnej dla producentów – okazała się dużym rozczarowaniem i spowodowała zdecydowane zahamowanie rozwoju OZE w Polsce.

Dużym problemem na obszarach wiejskich, a także i w miastach jest składowanie, a właściwie możliwości wykorzystania osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych [Szlachta, Woźniak 2011]. Łącznie w Polsce wytwarza się 650 tys. ton suchej masy osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych [Cieleciak *et al.* 2016]. Szacuje się, że do 2020 r. w oczyszczalniach ścieków komunalnych będzie rocznie powstawać ok. 780 tys. ton s. m. Do tej pory zagospodarowywano osady ściekowe głównie na podstawie metody ich zagęszczania, stabilizacji, higienizacji, a następnie wykorzystywaniu rolniczym i rekultywacyjnym lub gromadzeniu na składowiskach odpadów komunalnych [Cieleciak *et al.* 2016].

Obecne przepisy unijne ograniczają tego typu działania. Należy zatem stosować metody termiczne, wykorzystując jednocześnie energię, takie jak: spalanie, zgazowanie, piroliza mokra, utlenianie. W Polsce w 2016 r. funkcjonuje już 11 tego typu instalacji, które przetwarzają osady ściekowe w ilości 176 tys. ton s. m. Duże nadzieje budzi technologia zgazowania, polegająca na konwersji paliwa stałego na paliwo gazowe. Produktem procesu jest gaz o właściwościach paliwowych, a odpady podprocesowe nadają się do wykorzystania w gospodarce. Wykorzystanie tego typu odpadów (osady ściekowe) umożliwi nie tylko ich utylizację, ale także produkcję energii elektrycznej i ciepłej oraz dodatkowych produktów [Cieleciak *et al.* 2016].

Podsumowanie

Obszary wiejskie w Polsce mimo wielu pozytywnych zmian w okresie po 1989 r., są terenem wymagającym dalszych inwestycji, zwłaszcza o innowacyjnym charakterze, bazujących na lokalnym surowcu, takim jak biomasa pochodząca z odpadów i produktów ubocznych rolnictwa. Wiele z tych produktów dotąd nie jest wykorzystywana i stanowi problem z ich utylizacją.

Istnieje możliwość stosowania nowoczesnych biogazowi różnej mocy, które nie tylko mogą wykorzystywać zbędne surowce do ich utylizacji, lecz także umożliwiają uzyskanie z nich energii elektrycznej i ciepłej albo wykorzystując oczyszczony biogaz w transporcie, czy też w sieci gazowniczej.

Najbardziej wskazanym kierunkiem jest produkcja biogazu z różnorodnego, lokalnego surowca, unikając w ten sposób kosztownego transportu, z zastosowaniem najnowszych technologii w systemie kogeneracyjnym, uzyskując wysoką produktywność ekonomiczną i energetyczną.

Właściwe wykorzystanie lokalnej biomasy pozwala stworzyć wiele miejsc pracy – przy budowie nowoczesnych obiektów produkcyjnych, w transporcie biomasy, w procesie jej przygotowania do celów fermentacyjnych, w utrzymaniu ciągłej produkcji, w dystrybucji gazu, itp. Produkcja fermentacyjna w biogazowi stwarza także szansę, zwłaszcza przy zastosowaniu innowacyjnych technologicznie rozwiązań na dodatkowe dochody ludności wiejskiej.

W sensie ekonomicznym takie rozwiązanie przyczyni się do zwiększenia potencjału finansowego w obiegu lokalnym, tj. dotychczasowe opłaty za energię elektryczną oraz węgiel pozostaną na miejscu w układzie lokalnym.

Na uwagę zasługuje także zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, gdyż energia elektryczna i ciepła będzie wytwarzana na miejscu, bez zagrożeń związanych z przesyłem na duże zwykle odległości. Nie będzie też strat wynikających z przesyłu energii elektrycznej oraz wysokich kosztów transportu węgla.

Efektywność stosowania biogazowi fermentacyjnych zależy od wykorzystania odpowiednich, zwłaszcza innowacyjnych technologii. W niektórych regionach Polski, przy rozdrobnionej strukturze agrarnej, wskazane jest stosowanie systemów *smart grid* do lepszego zarządzania i wykorzystania surowców oraz bioenergetyki.

W rezultacie takie rozwiązania powinny przyczynić się zarówno do rozwoju zrównoważonego obszarów wiejskich, jak również podniesienia jakości życia ich mieszkańców.

Literatura

Agencja Rynku Rolnego, 2016, ARR.

Cieleciak Z., Iluk T., Pieczykolan M., Romańczuk P., Sarapata S., 2016, *Zgazowanie osadów ściekowych wraz z odpadami biodegradowalnymi w celu produkcji energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji*. „Czysta Energia”, 7-8, s. 26-29.

Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 r., 2015, Warszawa.

Igras J., Kopiński J., 2007, *Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym*. Studia i Raporty, IUNG – BIP, 5, s. 106-114.

Jasiulewicz M., 2010, *Potencjał biomasy w Polsce*. Wyd. PK, Koszalin, s. 169.

Katała A., 2009, *Strategia zrównoważonego rozwoju jako narzędzie zarządzania jednostką samorządu terytorialnego*, [w:] *Trwały i zrównoważony rozwój w układzie regionalnym i lokalnym*, M. Malicki (red.). Economicus.

Mercik S., 2004, *Nawozy organiczne, chemia rolna*. SGGW, Warszawa.

Michalski T., 2009, *Biogazownia w każdej gminie – czy wystarczy surowca?* Wieś Jutra, 3 (128), s. 12-15.

MRiRW, 2010, *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010-2020*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.

Myczko A., 2011, *Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych. Poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*. Wyd. Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego.

Polityka Energetyczna Polski do 2030, 2009, Ministerstwo Gospodarki.

Protas M., 2011, *Inwestycje w zrównoważoną energetykę jako stimulator rozwoju lokalnego*, [w:] *Kryzys a rozwój zrównoważony rolnictwa i energetyki*, A. Graczyk (red.). Prace Naukowe UE we Wrocławiu, nr 231, Wrocław.

Rudnicki R., 2016, *Spatial Structure of Polish Agriculture Conditioned by Common Agricultural Policy Instruments*. Wyd. Naukowe UMK w Toruniu.

Szlachta J., Woźniak J., 2011, *Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego do 2020 r. a strategie rozwoju społeczno-gospodarczego województw*. Studia KPZK PAN, t. CXXXVII, Warszawa.

Żmuda K., 2011, *Odnawialne źródła w polityce Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi*. MRiRW, Kielce, [http://igeos.home.pl/igeos.pl/stories/web/files/2011/1-03_Enex.pdf, dostęp, lipiec 2016].