

## Energia Odnawialna na terenach wiejskich – bezpieczeństwo energetyczne na przykładzie instalacji biogazowej

Celem niniejszego artykułu jest pokazanie możliwości zwiększenia lokalnego bezpieczeństwa energetycznego poprzez odpowiednie wykorzystanie substratów poprodukcyjnych pochodzenia rolniczego poprzez stosowanie technologii wykorzystujących biogaz w systemach kogeneracyjnych.

Definicja biogazu rolniczego wg. **Ustawy z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw** - to gaz otrzymywany w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, odpadów lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, lub biomasy roślinnej zebranej z terenów innych niż zaewidencjonowane jako rolne lub leśne, z wyłączeniem biogazu pozyskanego z surowców pochodzących ze składowisk odpadów, a także oczyszczalni ścieków, w tym zakładowych oczyszczalni ścieków z przetwórstwa rolno-spożywczego, w których nie jest prowadzony rozdział ścieków przemysłowych od pozostałych rodzajów osadów i ścieków.

Biogazownia rolnicza jest kompletną instalacją, przetwarzającą substancję organiczną na drodze fermentacji beztlenowej, produkującą biogaz. Instalacja taka najczęściej zintegrowana jest z układem utylizującym powstały biogaz np. z agregatem kogeneracyjnym.

Zasadniczymi elementami tworzącymi biogazownię są:

- układ wstępnego przygotowania i wprowadzania substratu,
- komora fermentacyjna,
- zbiornik magazynowy substancji przefermentowanej,
- zbiornik biogazu,
- agregat kogeneracyjny.

Podstawowe parametry wpływające na wielkość instalacji to ilość i jakość wykorzystywanych substratów, które determinują m.in. objętość komór fermentacyjnych, zbiorników na masę pofermentacyjną, ilość produkowanego biogazu. Każda instalacja do produkcji biogazu ma odmienną, indywidualną konstrukcję, dostosowaną do różnego składu materiału wsadowego. Ilość substratów pozwala określić gabaryty podstawowych agregatów oraz zbiorników. Jakość

substratów, natomiast ma decydujące znaczenie dla techniki procesowej. Skład biogazu oraz jego ilość zależą głównie od składu chemicznego związków organicznych poddawanych fermentacji, warunków procesu fermentacji (głównie temperatury), czasu przebywania substratów w reaktorze oraz obciążenia objętościowego komory.

Ekoenergetyka, bo o takiej mówimy w przypadku biogazowni rolniczej, to dziedzina wiedzy związana ze zrównoważoną generacją energii elektrycznej i cieplnej. Jakakolwiek produkcja jest zrównoważona tylko wtedy, gdy bierzemy pod uwagę przy jej planowaniu oddziaływanie na środowisko oraz dobro przyszłych pokoleń. Produkcja i wykorzystanie energii pochodzenia rolniczego to szansa na dywersyfikację i wzrost przychodów rolniczych oraz bezpieczeństwa energetycznego wsi a także poprawa ochrony środowiska na terenach rolniczych.

Nie zawsze jednak wykorzystanie odnawialnych źródeł energii ma charakter zrównoważony; wątpliwości budzi np. scentralizowana energetyka oparta o źródła biomasowe, prowadząca do zmniejszenia sprawności urządzeń, problemów logistycznych, zakłócenia rynku biomasy i in. Duże podmioty energetyki, wykupując duże ilości biomasy, zniekształcają i degenerują jej rynek, utrudniając rozwój lokalnej, rozproszonej energetyki, która zgodnie z obecnym stanem wiedzy wydaje się być najefektywniejszym sposobem na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, stymulującym lokalny gospodarczy rozwój oraz wzrost bezpieczeństwa energetycznego.

Stąd mówiąc o zrównoważonej energetyce musimy brać pod uwagę:

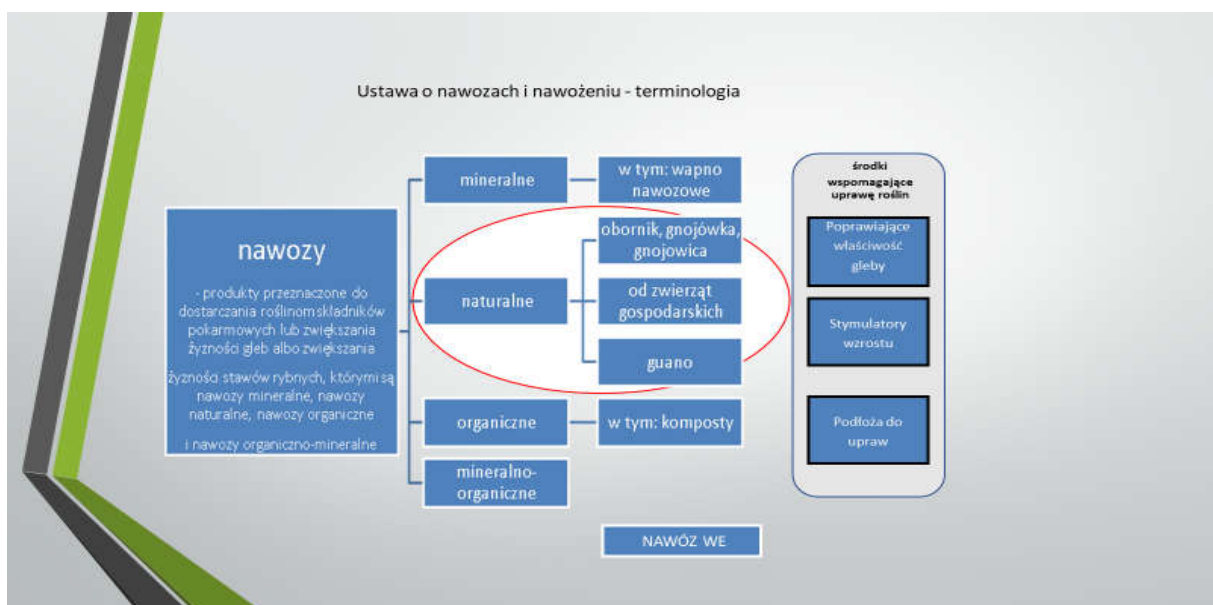
- efektywność wykorzystania źródeł (substratów);
- sprawność procesu;
- bioróżnorodność (np. w produkcji biomasy);
- wpływ na klimat i środowisko (problem zanieczyszczeń);
- aspekt społeczny (w tym bezpieczeństwo żywnościowe, jak i zachowanie dóbr kultury);
- ekonomiczny (np. wpływ bioenergetyki na rynek pracy czy bezpieczeństwo energetyczne).

Potencjał energetyczny rolnictwa, docelowo wskazuje na możliwości pozyskania substratów niezbędnych do wytworzenia 7- 8 mld m<sup>3</sup> biogazu rocznie, o czystości gazu ziemnego wysokometanowego. Zakłada się wykorzystanie w pierwszej kolejności produktów ubocznych rolnictwa, płynnych i stałych odchodów zwierzęcych oraz produktów ubocznych i pozostałości przy wytwarzaniu żywności w zakładach rolno-spożywczych. W sektorze przetwórstwa mięsnego rocznie produkuje się około 661 tys. ton odpadów oraz około 377 tys. ton z przetwórstwa owoców i warzyw, które są dobrym substratem dla biogazowni. Z trwałych

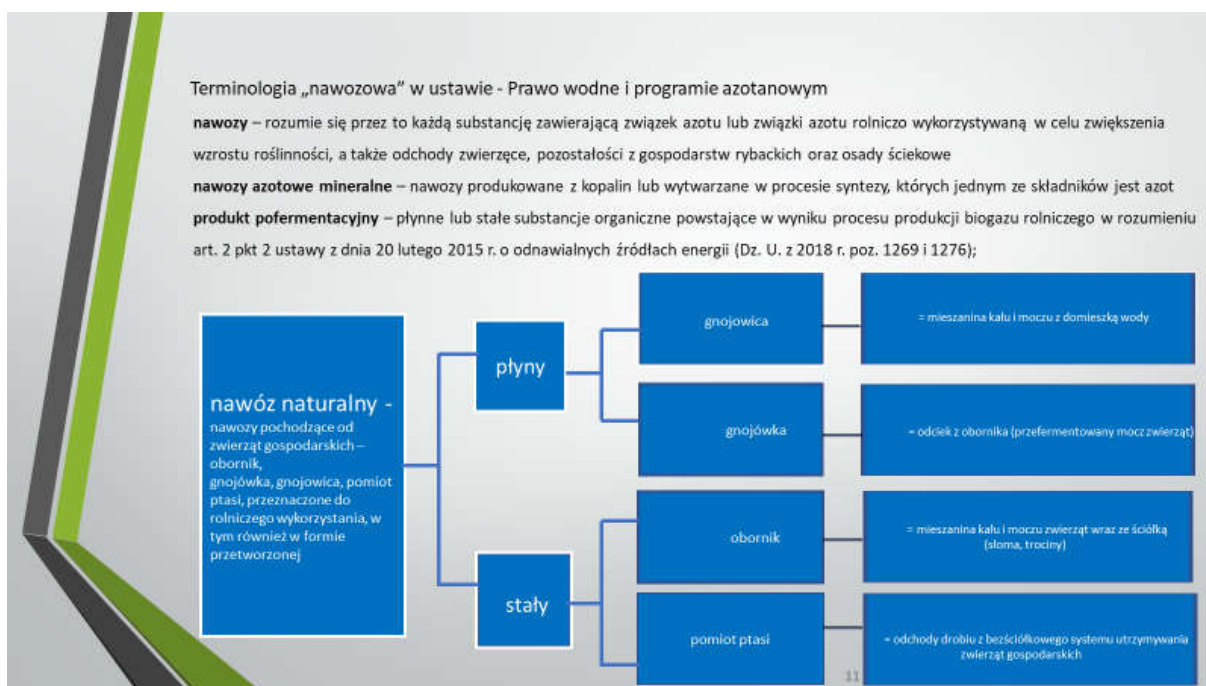
użytków zielonych można pozyskać około 2300 tys. ton biomasy traw do wykorzystania energetycznego, bez szkody dla produkcji pasz i wytworzyć 1,1 do 1,7 mld m<sup>3</sup> biogazu.

Polskie rolnictwo produkuje rocznie 80750 tys. ton obornika i około 35 mln m<sup>3</sup> gnojowicy z czego około 30% może być wykorzystana do produkcji biogazu.

Jak, więc widać do produkcji biogazu można wykorzystywać biomasę różnego pochodzenia, a w szczególności produkty uboczne i odpady powstające przy wytwarzaniu żywności z surowców roślinnych i zwierzęcych, które są uciążliwe dla środowiska i wymagają właściwej technologii składowania i utylizacji. Wielu przedsiębiorstwom prawidłowe zagospodarowanie produktów ubocznych i odpadów stwarza wiele problemów, bowiem obecne przepisy prawne są rygorystyczne w zakresie utylizacji. Przetwarzanie produktów ubocznych i odpadowych na biogaz ma istotne znaczenie dla ochrony środowiska, przy jednoczesnym pozyskiwaniu energii. Tak jest w przypadku produkowania biogazu z nawozów pochodzących (obornik kurzy, obornik bydły, obornik świński, gnojowica, gnojówka). Ekonomicznie takie biogazownie są najbardziej opłacalne. Zwrócił na to uwagę Parlament Europejski i Rada Europy, które w Dyrektywie 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych podkreśliły, że produkcja biogazu w oparciu o nawóz zwierzęcy, osady i odpady zwierzęce i organiczne powinna być traktowana priorytetowo, ponieważ wynikające z tych metod korzyści dla zrównoważonego rozwoju i środowiska są niezaprzeczalne.



Źródło: opracowanie własne



Źródło: opracowanie własne

### Najważniejsze działania programu azotanowego

1. Ustalenie warunków rolniczego wykorzystania nawozów azotowych w pobliżu wód, na terenach o dużym nachyleniu, na glebach zamrzniętych, zalanych wodą lub przykrytych śniegiem.
2. Wprowadzenie terminów, w których dozwolone jest rolnicze wykorzystanie nawozów.
3. Określenie warunków przechowywania nawozów naturalnych oraz postępowania z odciekami.
4. Ustalenie sposobu obliczania rocznej dawki nawozów naturalnych zawierającej nie więcej niż 170 kgN/ha.
5. Wprowadzenie obowiązku opracowywania planu nawożenia azotem.

Źródło: opracowanie własne

Stosowanie obornika i pomiotu kurzego jako głównego substratu do produkcji biogazu niesie jednak ze sobą wyzwania związane z ich specyficznym składem. Istnieje kilka czynników mogących wpłynąć w negatywny sposób na przebieg procesu fermentacji, jednak najbardziej istotnym z nich jest stosunkowo wysoka zawartość białka. Zawarty w nim azot uznawany jest za inhibitor dla prawidłowego rozwoju bakterii metanowych, hamując tym samym produkcję biometanu w procesie fermentacji. Dlatego też używanie obornika czy pomiotu kurzego jako głównego substratu do produkcji biogazu jest tak trudnym do wykonania zadaniem.

Jednak z uwagi na jego stosunkowo wysoki i możliwy do wykorzystania potencjał energetyczny, powstało duże zainteresowanie metodami pozwalającymi na rozwiązanie problematycznej kwestii azotu.

Ze 100 kg obornika lub odchodów kurzych można bowiem wyprodukować od 3,6 do 16,8 m<sup>3</sup> biogazu o zawartości 60-65 proc. metanu, czyli dużo więcej niż w przypadku gnojowicy świńskiej (1,5 m<sup>3</sup> biogazu na 100 kg, 60 proc. zawartości metanu) oraz bydlęcej (2,4 m<sup>3</sup>, 58 proc. metanu) czy wywaru pogorzelnianego (4,4 m<sup>3</sup>, 54 proc. metanu) i porównywalnie z kiszonką kukurydzianą (17 m<sup>3</sup>, 52 proc. metanu) i kiszonką z traw (15,8 m<sup>3</sup>, 52 proc. metanu). Obecny stan wiedzy stwarza możliwość obniżenia zawartości azotu w substracie, który następnie może być z powodzeniem stosowany przy produkcji biogazu. Istnieją technologie przetwarzające kurzy pomiot lub obornik, umożliwiające wykorzystanie go do produkcji biometanu w stosunkowo dużych ilościach, sięgających około 70 proc. całego wsadu przeznaczonego do fermentacji. **Taką technologią i to sprawdzoną w warunkach długoletniej eksploatacji dysponuje Grupa WestWind Energy Polska sp. z o.o.**

Według danych Ministerstwa Rolnictwa rozważając możliwość wykorzystania na cele energetyczne substratów pochodzenia rolniczego należy mieć na uwadze długoterminowe perspektywy i zadania stawiane przed rolnictwem. Zakłada się, że do 2050 r. w skali świata produkcja żywności powinna zostać dwukrotnie zwiększona. Cel ten wymaga nie tylko wzrostu produkcji jednostkowej, ale również utrzymywania dostępnego rolniczego potencjału produkcyjnego we właściwej kulturze. Celowi temu służyć będzie wykorzystanie do produkcji rolniczej nawozów organicznych będących ubocznym produktem wytwarzania biogazu z substratów pochodowlanych.

W biogazowni rolniczej, organiczne substraty są wykorzystywane do pozyskiwania energii i wytwarzania naturalnego nawozu ekologicznego, stosowanego do nawożenia pól, jak również w ogrodnictwie i kwaciarstwie. Beztlenowa zamiana gnojowicy i innych substratów odpadowych na biogaz, pomimo wysokich nakładów na budowę instalacji, pozwala na uzyskiwanie znacznych ilości wysokokalorycznego biogazu i naturalnego nawozu o lepszych właściwościach nawozowych niż gnojowica lub obornik kurzy. Należy przy tym pamiętać, że bezpośrednio wykorzystywanie nawozów pochodowlanych jest ograniczone, bowiem zgodnie z prawem roczna dawka nawozu naturalnego nie może przekraczać ilości zawierającej więcej niż 170 kg N/ha.

Nawóz pofermentacyjny z biogazowni rolniczych charakteryzuje się wysoką, ale zgodną z normami zawartością zmineralizowanego azotu, fosforu i potasu oraz niską agresywnością i brakiem nieprzyjemnego zapachu. Ponadto, w wyniku fermentacji ulegają zniszczeniu składniki organiczne takie jak: jaja i zarodniki pasożytów, chwastów, a także bakterii fekalnych. Powyższe cechy sprawiają, że materiał pofermentacyjny doskonale nadaje się do zastosowania, jako pełnowartościowy nawóz do nawożenia upraw polowych. Takie wykorzystanie masy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczych jest najbardziej racjonalne. Przy tym nawozy z pofermentu uważane są nie tylko za efektywne, ale i ekonomiczne. Faktycznie – czysty składnik w nich dostarczany jest zazwyczaj dość tani.

Poniżej przedstawiam nakłady inwestycyjne i efekt ekologiczny dla wybranych instalacji biogazowych:

Biogazownia 1,0 MWel - nakład ok 20 mln PLN - roczne przychody ok. 4 mln = produkcji 4 mln/m<sup>3</sup> biogazu lub 8000 MWh energii el., 1,5 tys. ton nawozu,

**Redukcja CO<sub>2</sub>/rok = 3,9 tys. ton**

Biogazownia 1,5 MWel -nakład ok. 30 mln PLN - roczne przychody ok. 7 mln = produkcji 6 mln/m<sup>3</sup> biogazu lub 12000 MWh energii el.,2,5 tys. ton nawozu,

**Redukcja CO<sub>2</sub>/rok = 5,9 tys. ton**

Biogazownia 2,0 MWel - nakład ok. 40 mln PLN - roczne przychody ok. 8 mln = produkcji 8 mln/m<sup>3</sup> biogazu lub 16000 MWh energii el., 4,0 tys. ton nawozu

**Redukcja CO<sub>2</sub>/rok = 7,8 tys. ton**

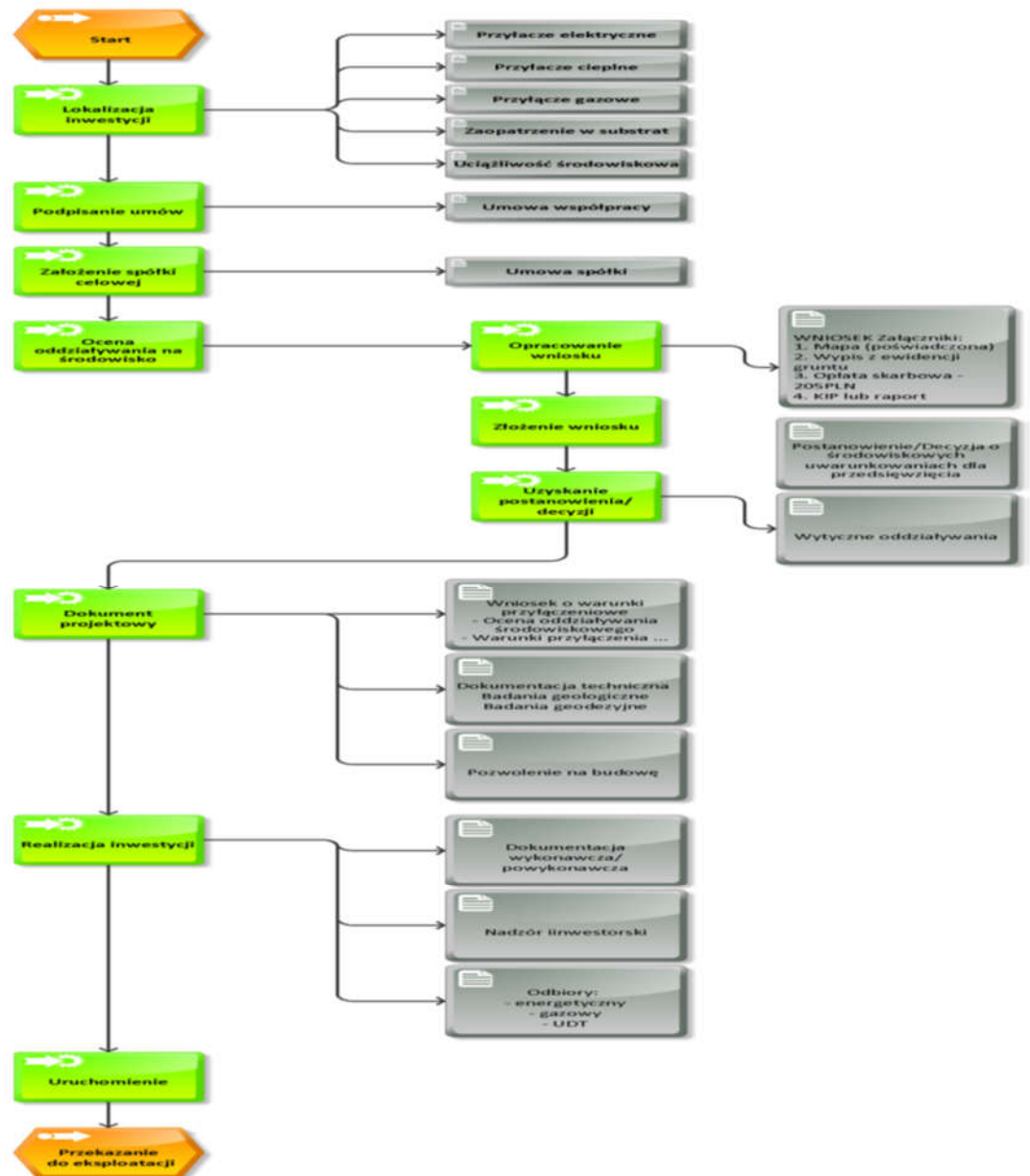
Projekty biogazowe należą do projektów wdrażających systemy przyjazne środowisku.

Wykorzystują bowiem do produkcji energii elektrycznej i ciepłej:

- odnawialne źródło energii jakim jest biogaz, czym przyczyniają się znacząco (na skalę swej wielkości) do zmniejszenia ilości odpadów, szczególnie emitowanych do atmosfery;
- produkt odpadowy jakim jest nawóz zwierzęcy.

W dodatku wykorzystują je najbardziej efektywnie jak to jest w chwili obecnej możliwe, bowiem produkcja energii elektrycznej i ciepłej w kogeneracji daje ponad 20% oszczędność biogazu.

## Schemat z podziałem na etapy budowy biogazowni rolniczej



Źródło: opracowanie własne

Realizacja Projektu Budowy Rolniczej Biogazowni, tak jak każdego projektu inwestycyjnego wiąże się z ryzykiem, które łączy się ze zmiennością otoczenia, w jakim jest realizowany dany projekt. Zarządzanie ryzykiem jest zaś jednym z najbardziej istotnych elementów zarządzania projektem.

Istnieje wiele definicji ryzyka.

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następującą definicję ryzyka:

„Ryzyko w projekcie inwestycyjnym (*project risk*) to niepewna sytuacja lub warunek, który, jeżeli się wydarzy, ma pozytywny lub negatywny wpływ na cel projektu.”

Zarządzanie ryzykiem (*project risk management*) jest z kolei systematycznym działaniem mającym na celu identyfikację i analizę występującego ryzyka oraz podejmowanie niezbędnych kroków zmierzających do zmaksymalizowania konsekwencji wystąpienia ryzyka pozytywnego i zminimalizowania wpływu ryzyka negatywnego. Zarządzanie ryzykiem jest najbardziej efektywne w przypadku rozpoczęcia prac na początkowym etapie życia projektu, tj. w fazie analiz inwestycyjnych, i kontynuowania ich przez cały czas życia projektu.

Poniżej poddano analizie czynniki, które stwarzają pewne zagrożenie powodzenia analizowanej inwestycji biogazowej:

**Ryzyko wynikające z zastosowanych rozwiązań technologicznych;**

**Ryzyko realizacyjne;**

**Ryzyko niedotrzymania przez producentów oczekiwanych parametrów;**

**Ryzyko niewywiązania się przez wykonawców w należyty sposób z zawieranych kontraktów;**

**Błędy w projekcie mogące być przyczyną pogorszonych parametrów roboczych;**

**Nieustabilizowana produkcji biogazu,**

W przypadku inwestycji biogazowej szacuje się, iż takie ryzyka są niskie ze względu na fakt, iż nie jest ona projektem pionierskim, a także, że będzie realizowana zgodnie z obowiązującymi światowymi standardami.

Pomimo to Inwestor w sposób szczególny powinien traktować monitoring realizacji prac i postępu robót. Ustalenie i kontrola harmonogramu prac, analiza nieprzewidzianych zdarzeń, spotkania na radach budowy w całym okresie trwania projektu będą umożliwiały płynny i sprawny odbiór końcowy robót. Równocześnie stała współpraca z Inżynierem Kontraktu, kontrolowanie zapisów umowy, analiza pism i ewentualnych roszczeń Wykonawcy, przeciwdziałać będzie próbom zmian warunków Umowy oraz ewentualnym przedłużeniom trwania Projektu.

**Ryzyko wynikające z niezyskania wystarczającej ilości substratu (ryzyko podaży):**

Ryzyko to sprowadza się do braku dostatecznej podaży substratów lub/i rezygnacji niektórych dostawców ze współpracy z Biogazownią.

Jeśli chodzi o substraty do Biogazowni o charakterze rolniczym, a taka jest omawiana, to gmina na terenie której będzie ona usytuowana powinna charakteryzować się dobrymi warunkami dla produkcji rolniczej.



Tak więc ryzyko braku zabezpieczenia substratów dla biogazowni ocenić można jako minimalne. W przypadku wystąpienia problemów należy poszerzyć obszar z którego organizować się będzie dostawy (sąsiednie gminy).

### **Ryzyko awarii instalacji**

Biogazownia rolnicza, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 29 stycznia 2016 r. w sprawie rodzajów i ilości znajdujących się w zakładzie substancji niebezpiecznych, decydujących o zaliczeniu zakładu do zakładu o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej nie kwalifikuje się jako przedsięwzięcie inwestycyjne do grupy o zwiększonym a tym bardziej dużym ryzyku wystąpienia awarii przemysłowej.

Dla zminimalizowania ewentualności wystąpienia awarii, w tym niekontrolowanej emisji w biogazowni rolniczej należy zastosować najlepsze dostępne techniki i działania zapobiegawcze w postaci:

- monitoringu i kontroli procesów technologicznych zachodzących w biogazowni rolniczej,
- monitoringu i kontroli stanu technicznego instalacji,
- utrzymaniu właściwej instalacji odgromowej,
- staranności wykonania wszystkich elementów biogazowni rolniczej zgodnie z wszystkimi normami i najlepszą praktyką instalatorską,
- zainstalowania systemu zabezpieczającego, którego celem będzie umożliwienie zatrzymania procesów technologicznych bez zagrożenia możliwością wystąpienia niekontrolowanych procesów, w tym niekontrolowanej emisji,
- zapewnieniu ograniczenia dostępności instalacji dla osób nieuprawnionych,
- wprowadzeniu systemu ciągłego doskonalenia, w tym poprzez szkolenie kadry pracowniczej.

### **Ryzyko wielkości generowanych przychodów:**

Podstawą przychodów Biogazowni jest sprzedaż energii elektrycznej, biogazu oraz ciepła. Energia elektryczna sprzedawana jest zazwyczaj do sieci Lokalnego Operatora zaś energia cieplna wykorzystywana jest do produkcji nawozów lub podłoża dla zwierząt z pofermentu. Podstawą taryfową dla biogazowni jest system FIT/FIP lub system aukcyjny.

System FIT/FIP, w którym Biogazownia sprzedawać może energię elektryczną daje gwarancję odbioru i stałości cen, co powoduje, że przychody ze sprzedanej energii elektrycznej w założonej wysokości nie są zagrożone.

Jeśli chodzi o sprzedaż ciepła, które ma być wykorzystane do przetwarzania pofermentu, to i w tym przypadku przychody z tego tytułu wydają się być niezagrożone. Ciepło to wykorzystywane jest do produkcji nawozu organicznego i/lub podsypki dla zwierząt hodowlanych.

Dodatkowo warto odnotować, że biogazownia wydawać będzie mogła zbywalne certyfikaty CO<sub>2</sub> zgodnie z regulacjami UE RED II dotyczącymi odliczeń CO<sub>2</sub>. Instalacja taka powinna się każdego roku rozliczać z certyfikatów CO<sub>2</sub>. Te potencjalne wpływy mogą stanowić dodatkowy bonus biznesowy.

**Ryzyko wzrostu nakładów inwestycyjnych:**

- wzrost cen materiałów budowlanych,
- konkurencja na rynku wykonawców usług,
- relacja złotówki do waluty euro.

W sytuacji rynkowej należy się liczyć raczej z poniesieniem niższych niż to wynika z szacunków nakładów inwestycyjnych, przy równoczesnym założeniu wyższych niż w latach ubiegłych wydatkach na zamówienia realizowane w ramach importu dóbr inwestycyjnych.

**Ryzyko wzrostu kosztów eksploatacyjnych:**

Ryzyko zmiany poziomu kosztów eksploatacyjnych w zakresie kosztów pracy czy materiałów ocenia się jako niskie.

**Ryzyko regulacyjne:**

W związku z działaniami podjętymi przez Rząd w celu wzrostu produkcji energii ze źródeł odnawialnych oraz z przyjętym przez Komisję Europejską pakietem energetycznym „Zielony Ład”, jak również światowymi tendencjami, należy się liczyć raczej z rozwojem regulacji sprzyjających realizacji i funkcjonowaniu tego typu instalacji.

**Ryzyko wzrostu stopy dyskontowej**

Ryzyko zmian stopy procentowej jest pochodną sytuacji na rynkach finansowych, która w chwili obecnej nie jest stabilna. Aktualny rozwój sytuacji pozwala na stwierdzenie, że podstawowe stopy procentowe mogą zostać podwyższone. Nie powinno to nastąpić w najbliższym okresie, lecz sytuację taką lepiej w pewnej perspektywie czasu przewidywać. Niemniej jednak należy rozważyć zakup odpowiednich instrumentów finansowych zabezpieczających potencjalne ryzyko – SWAP stopy procentowej (*interest rate swap, IRS*).

**Ryzyko związane z poziomem inflacji.**

Znaczenie inflacji nie wydaje się być szczególnie istotne ze względu na fakt, iż nie tylko wpływa ona na zmiany cen ale także na przychody. Poza tym, w związku z faktem, iż nakłady

inwestycyjne będą ponoszone w dość krótkim czasie (1,5 roku) inflacja nie powinna stanowić dla Projektu znaczącego ryzyka. Oczywiście inflacja wpływa również na stopy procentowe kredytów (głównie poprzez WIBOR). Obecnie są one jednak na tak niskim poziomie, że nawet ich podwyższenie nie wpłynie negatywnie na efektywność projektu.

### **Ryzyko związane z rynkiem energii**

Czynnikiem, który wpływa na rentowność Przedsięwzięcia jest rynek energii elektrycznej. Jest to rynek, który w obecnej sytuacji prawnej nie wymaga specjalnych działań marketingowych, gdyż regulacje nakładają obowiązek zakupu energii elektrycznej w pierwszej kolejności od właśnie takich producentów do których należeć będzie planowana instalacja. Zgodnie z realizowaną polityką w zakresie ochrony środowiska można spodziewać się wzmocnienia tego efektu.

**Projekt budowy biogazowni rolniczej charakteryzuje się stosunkowo niskim ryzykiem, które poprzez odpowiednie zarządzanie i zastosowaną strategię marketingową można ograniczyć do zera.**

**Podsumowując należy wskazać korzyści jakie biogazownie rolnicze gwarantują inwestorowi i gminie:**

- **poprawa gospodarki nawozowej spełniająca wymagania prawne,**
- **dotatkowe źródło dochodu,**
- **poprawę sytuacji odorowej w okolicy,**
- **stworzenie tzw. gospodarki zrównoważonej w obiegu zamkniętym poprzez zagospodarowanie uciążliwych odpadów pochodzenia rolniczego.**

**Krzysztof Kozendra**



**Krzysztof Kozendra** – koordynator projektów OZE w West Wind Energy Polska Sp. z o.o., ekspert z zakresu Odnawialnych Źródeł Energii na obszarach wiejskich. Od 2002 r. zajmuje się tematyką rolną i zagospodarowywaniem obszarów wiejskich w tym biogazowniami i kogeneracją. Jest autorem koncepcji technicznej i finansowej dla gminy Jerzmanowice – Przegonia pt. „Jerzmanowice – Przegonia gmina samowystarczalna energetycznie Energia +”.