

Przykłady obliczeniowe Biogaz Inwest



Dla zilustrowania działania programu Biogaz Inwest wybrano dwa przykłady różniące się pod względem zastosowanych substratów oraz mocy zainstalowanej: biogazownia oparta na wsadzie z kiszonki kukurydzy i gnojowicy o mocy 0,86 MW_{el} oraz biogazownia utylizacyjna o mocy 1,81 MW_{el} wykorzystująca odpady z przemysłu rolno-spożywczego. Analiza ekonomiczna tych przypadków pozwala ocenić wpływ nowego instrumentu wsparcia jakim jest możliwość łączenia przychodów ze sprzedaży świadectw pochodzenia zielonych i kogeneracyjnych, których wartość rynkowa, jest uzależniona od tego czy moc układu kogeneracyjnego jest poniżej czy powyżej 1 MW_{el}.

Przykład 1. Biogazownia rolnicza o mocy poniżej 1 MW_{el} tj. 0,86 MW_{el}

Parametry technologiczne:

Fermentacja: mezofilowa, mokra

Zapotrzebowanie na wodę do rozcieńczenia: brak

Hydrauliczny czas retencji: 38 dni

Sumaryczna objętość komór fermentacyjnych: 4,7 tys. m³

Odzysk biogazu w zbiorniku wtórnym (tu laguny pod przykryciem): 3,7%

Wsad:

Gnojowica świńska: 30.000 t/r, substrat własny pozyskiwany jako darmowy odpad

Kiszonka kukurydzy: 15.000 t/r, pozyskiwana po cenie rynkowej - 100 zł/t

Produkcja biogazu:

3,2 mln m³/r

Dostępność urządzeń:

91% (8.000 h)

Moc zainstalowana:

Elektryczna: 0,86 MW_{el}

Ciepła: 0,97 MW_t

Sprawność produkcji energii elektrycznej w kogeneracji: 39%

Sprawność produkcji ciepła w kogeneracji: 44%

Produkcja energii:

Energii elektrycznej: 6,9 GWh/r

Ciepła: 28,0 TJ/r

Zużycie energii na potrzeby własne:

Energii elektrycznej: 9%

Ciepła: 24%

Sprzedż energii:

Sprzedż energii elektrycznej: 100% wyprodukowanej

Sprzedż ciepła użytkowego: 20% nadwyżki tj. po odjęciu ciepła na potrzeby własne

Pulpa pofermentacyjna:

Ilość: 41,2 tys. m³/r

Sposób przechowywania: laguny - 2,3 ha

Sposób zagospodarowania: wykorzystanie na polach własnych

Wymagana powierzchnia pól do nawożenia: 1,5 tys. ha.

Przechowywanie przefermentowanej pulpy:

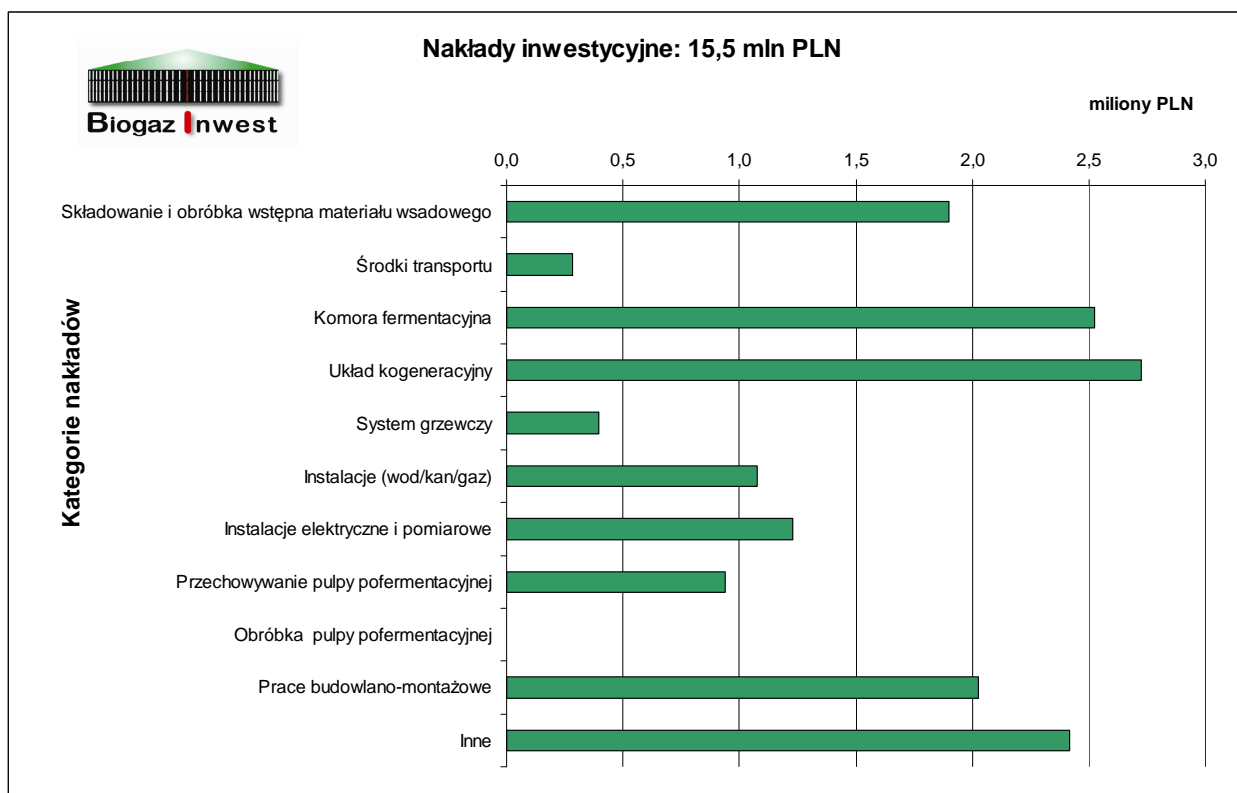
Dla analizowanej biogazowni do przechowywania przefermentowanej biomasy wybrano laguny, co jest rozwiązaniem znacznie tańszym niż budowa zbiornika żelbetowego. Należy jednak pamiętać, że spełniony musi być warunek dostępności wystarczającej ilości terenu pod inwestycję - w tym przypadku 4 ha. Wartość gruntu, nawet w przypadku gdy jest to teren należący do inwestora, należy uwzględnić w nakładach inwestycyjnych.

Struktura finansowania:

Środki własne: 20%

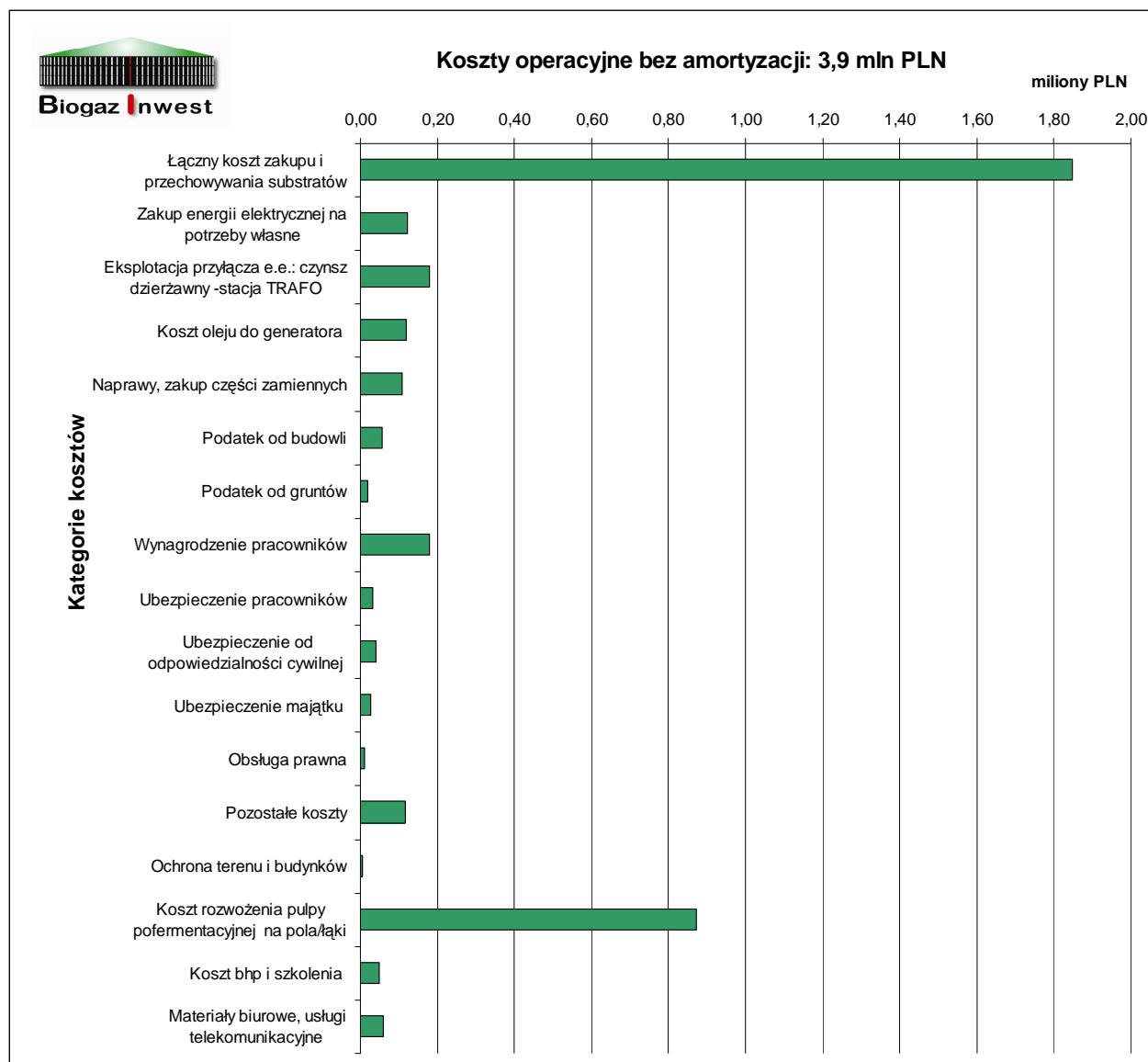
Kredyt bankowy: 80%, oprocentowanie w skali roku: 8,5%, okres kredytowania: 12 lat.

Poniżej podano strukturę **nakładów inwestycyjnych** dla podanych uprzednio założeń projektowych. Sumaryczne nakłady wyniosą 15,5 mln zł, co daje wskaźnik rezultatu 18,6 mln zł/MW_{el}. Największy udział procentowy w strukturze nakładów mają układ kogeneracyjny (17%) oraz komora fermentacyjna (16%).



Rysunek Struktura i wielkość nakładów inwestycyjnych dla biogazowni 0,86 MW_{el} – przykład 1.

W strukturze **kosztów operacyjnych** bez amortyzacji (3,9 mln zł) największy udział ma koszt zakupu i przechowywania substratów. Gnojowica będzie pozyskiwana bezkosztowo, kiszonka kukurydzy po cenie 100 zł/t. Dodatkowo założono, że będzie ona przechowywana w rękawie (+20% do ceny kiszonki). Kolejną znaczącą pozycją jest koszt rozwożenia przefermentowanej pulpy na łąki.



Rysunek Struktura rocznych kosztów operacyjnych dla biogazowni 0,86 MW_{el} - przykład 1.

Założenia, które przyjęto do obliczenia **przychodów dla biogazowni:**

- cena sprzedaży energii elektrycznej: 197,21 zł/MWh
- cena sprzedaży ciepła: 22 zł/GJ
- cena zielonego świadectwa pochodzenia: 275,73 zł/MWh
- cena żółtego świadectwa pochodzenia (za kogenerację o mocy <1 MW_{el}): 124,61 zł/MWh

Podane powyżej dane są danymi średnimi z rynku za ostatni dostępny okres, przepływy finansowe w czasie szacowane są dla następujących założeń:

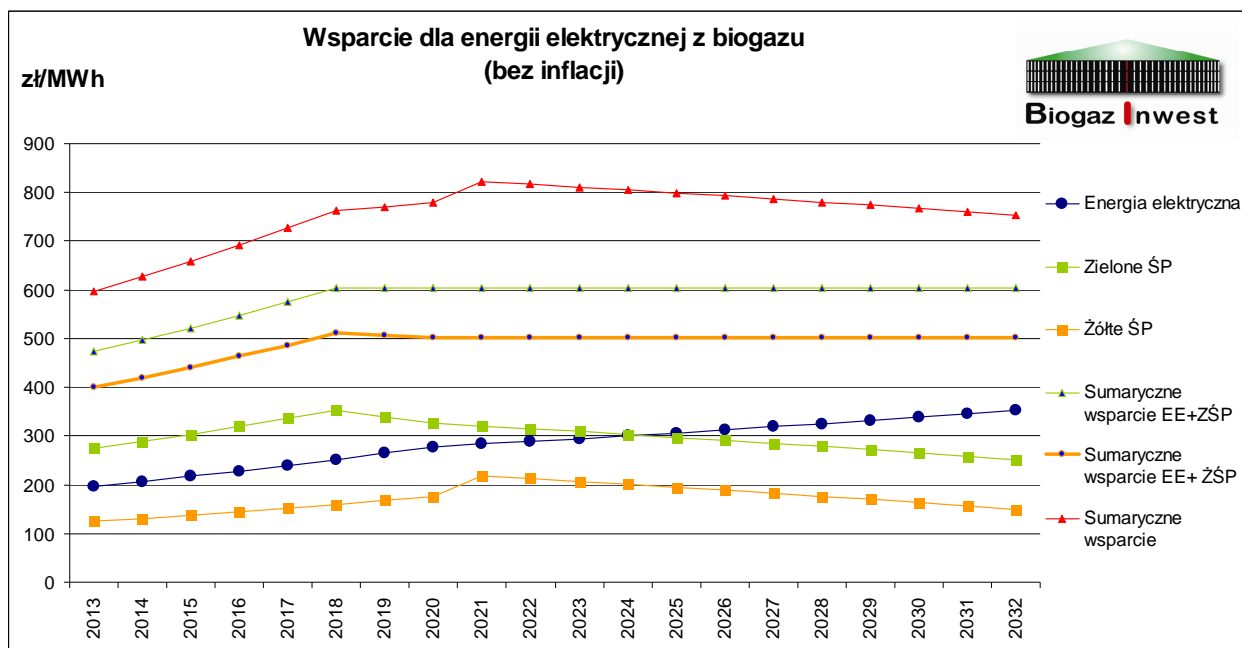
Stopa kosztu kapitału (stopa dyskonta) %	8,00%
Współczynnik inflacji %	2,50%

Roczna zmiana cen:

- Energii elektrycznej do 2020 roku 5,00%
- Energii elektrycznej po 2020 roku 2,00%
- Zielonych certyfikatów do 2018 roku 5,00%
- Żółtych certyfikatów do 2020 roku 5,00%
- Substratu 2,50%

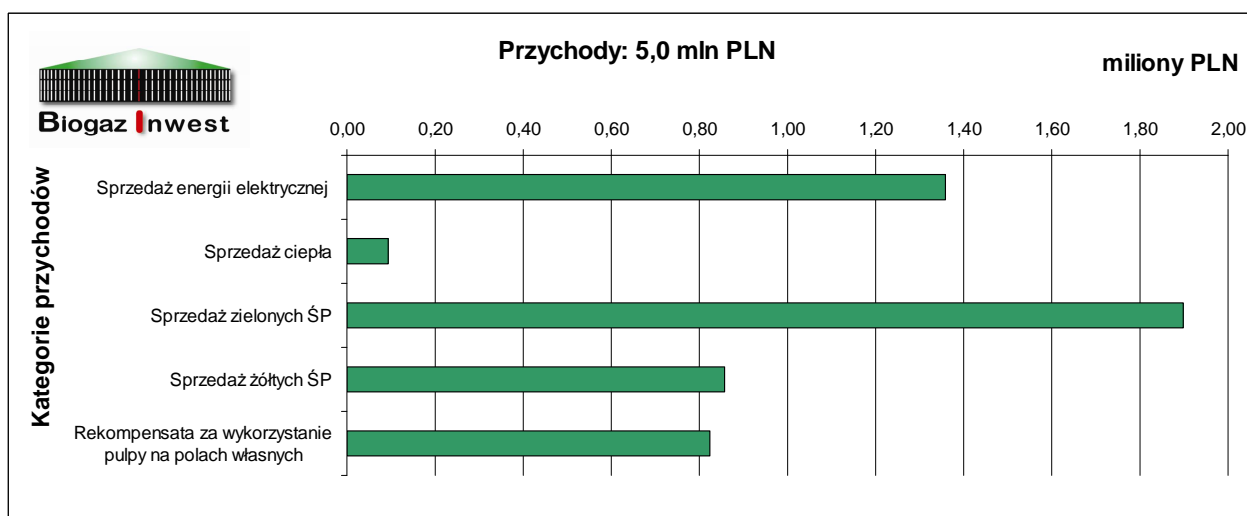
- Nawozu 2,50%
- Ciepła 2,50%

Założono, że do roku 2018 jednostkowe przychody z tytułu pozyskania zielonych ŚP oraz do roku 2020 kogeneracyjnych ŚP będą rosły zgodnie z tempem wzrostu cen energii elektrycznej (5%). Następnie założono utrzymanie obecnego systemu wsparcia, ale zmniejszenie jego intensywności i skompensowania względnego spadku cen jednostkowych świadectw wzrostem cen za sprzedawaną energię. Spełniony jest tym samym warunek zachowania stałego sumarycznego wsparcia dla ŚP i energii elektrycznej, natomiast cena samego ŚP stopniowo maleje (Rysunek).



Rysunek Przewidywany poziom jednostkowego wsparcia dla energii elektrycznej z biogazu w kolejnych 20 latach dla biogazowni 0,86 MW_{el} - przykład 1. Oznaczenia: EE – energia elektryczna, ŚP- świadectwa pochodzenia, ZŚP – zielone świadectwa pochodzenia, ŻŚP – żółte świadectwa pochodzenia (opracowanie własne IEO).

Całkowite przychody dla analizowanej biogazowni w pierwszym roku funkcjonowania wyniosą 5,0 mln zł.



Rysunek Struktura rocznych przychodów dla biogazowni 0,86 MW_{el} - przykład 1.

Dla opisanego powyżej wariantu biogazowni uzyskano następujące wyniki analizy przepływów finansowych:

- NPV: 4,9 mln zł
- IRR: 18%
- SPBT (prosty okres zwrotu): 6 lat
- Ogólna ocena inwestycji: opłacalna.

Największą wrażliwość na zmianę parametrów pracy biogazowni wykazały:

Konieczność zakupu gnojowicy po cenie np.. 50 zł/t: gnojowica w porównaniu z innymi substancjami charakteryzuje się niższą produktywnością biogazu. W porównaniu z kiszonką kukurydzy 1 tona gnojowicy wyprodukuje 6-cio krotnie mniej biogazu. Natomiast cena za zakup 1 tony gnojowicy jako substratu jest 2-krotnie niższa. Dlatego też, jeżeli za substraty trzeba będzie płacić, lepiej zdecydować się na materiał o wyższej produktywności biogazu.

Przekazywanie przefermentowanej pulpy za darmo okolicznym rolnikom: analizowana biogazownia wykorzystuje pulpę pofermentacyjną na polach własnych, natomiast w analizie wrażliwości analizowano również inne opcje np. możliwość przekazania okolicznym rolnikom. W taki przypadku główną przyczyną braku rentowności biogazowni wykazywanej przy takim założeniu jest w tym przypadku brak możliwości wykazania przychodów (rzędu 15% wszystkich przychodów) z tytułu wykorzystania pulpy jako nawozu na potrzeby własne.

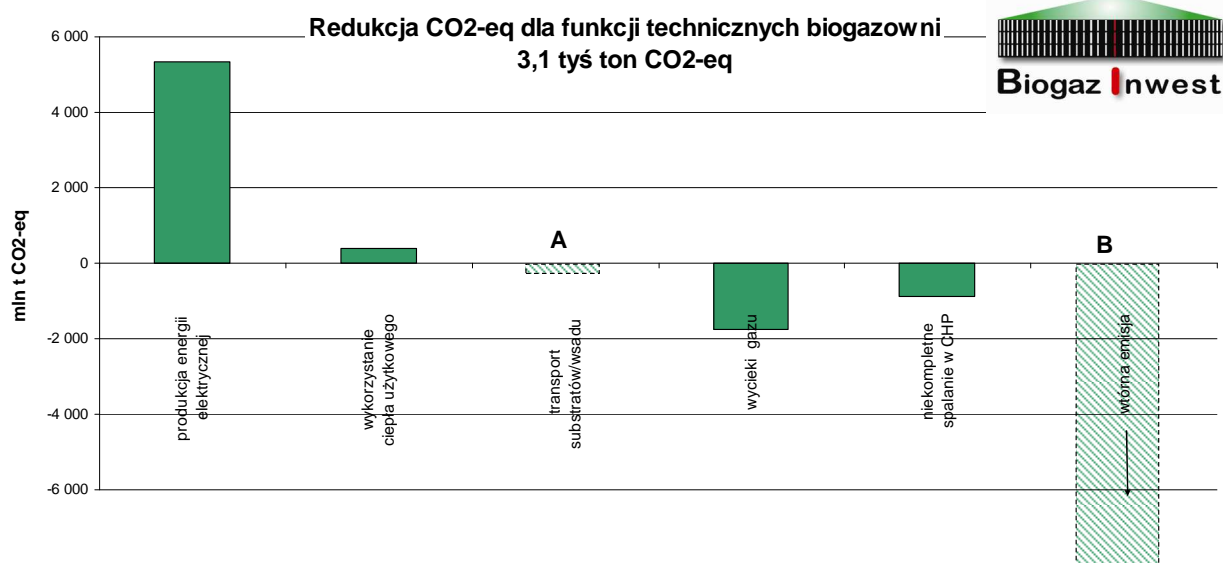
Brak wystarczającej ilości terenu co powoduje konieczność budowy zbiornika żelbetowego zamiast lagun: budowa zbiornika żelbetowego do przechowania takiej samej ilości pulpy pofermentacyjnej przez 6 miesięcy w roku charakteryzuje się wielokrotnie wyższymi jednostkowymi nakładami inwestycyjnymi.

Poniżej przedstawiono **obliczenie redukcji emisji gazów cieplarnianych** dla biogazowni, która wynosi 3,1 tys. ton ekwiwalentu dwutlenku węgla rocznie. Wartości dodatnie oznaczają redukcję emisji, od których należy odjąć emisje własne biogazowni (wartości ujemne). Przedstawiono również dwa warianty realizacji biogazowni (A i B), które mają wpływ na ogólną redukcję emisji. Odległość transportowa dla dowożonych substratów nie wpływa znacząco na redukcję emisji netto, natomiast ogromny wpływ ma szczelne zamknięcie zbiorników do przechowywania masy pofermentacyjnej i wtórny odzysk biogazu.

A - odległość transportowa dla wsadu do biogazowni wzrasta o 50 km

B - zbiornik do przechowywania pulpy pofermentacyjnej nie jest szczelnie przykryty w związku z tym nie następuje wtórny odzysk biogazu

Pełna ocena cyklu życia biogazowni powinna obejmować również czynniki takie jak: redukcja emisji z tytułu przetwarzania odchodów zwierzęcych, redukcja emisji z tytułu substytucji nawozów, emisje związane z produkcją upraw energetycznych – po uwzględnieniu ww. czynników całkowita redukcja emisji byłaby kilkaset razy większa.



Rysunek Obliczenie redukcji emisji gazów cieplarnianych dla biogazowni 0,86 MW_{el} - przykład 1.

Przykład 2. Biogazownia utylizacyjna o mocy powyżej 1 MW_{el} tj. 1,81 MW_{el}

Wsad:

Odpady przyjęte do utylizacji (opłata za przyjęcie do utylizacji(70 zł/t):

Krew	2.000 t/r
Tłuszcz z odłuszczaczy	3.000 t/r
Wnętrznosci i części mięsne	500 t/r
Skratki	2.000 t/r

Odpady nabywane po cenie rynkowej (50 zł/t):

Odpady kuchenne	9.000 t/r
Wywar pogorzelniany zbożowy	20.000 t/r
Odchody drobiowe podsuszone	10.000 t/r

Produkcja biogazu: 6,8 mln m³/r

Dostępność urządzeń: 91% (8.000 h)

Moc zainstalowana:

Elektryczna: 1,81 MW_{el}

Ciepła: 2,04 MW_t

Sprawność produkcji energii elektrycznej w kogeneracji: 39%

Sprawność produkcji ciepła w kogeneracji: 44%

Produkcja energii:

Energii elektrycznej: 14,5 GWh/r

Ciepła: 58,8 TJ/r

Zużycie energii na potrzeby własne:

Energii elektrycznej: 9 %

Ciepła: 21% (z uwzględnieniem higienizacji odpadów niebezpiecznych II i III kategorii)

Sprzedaż energii:

Sprzedaż energii elektrycznej: 100% wyprodukowanej

Sprzedż ciepła: 50% nadwyżki, tj. po odjęciu ciepła na potrzeby własne

Pulpa pofermentacyjna:

Ilość: 50,6 tys. t/r

Sposób przechowywania: zbiornik

Sposób zagospodarowania: wylanie na łaki

Parametry technologiczne:

Fermentacja mezofilowa, mokra

Hydrauliczny czas retencji: 37 dni

Sumaryczna objętość komór fermentacyjnych: 4,7 tys. m³

Odzysk biogazu w zbiorniku wtórnym: 3,7%

Parametry higienizacji odpadów kategorii II: 133⁰C

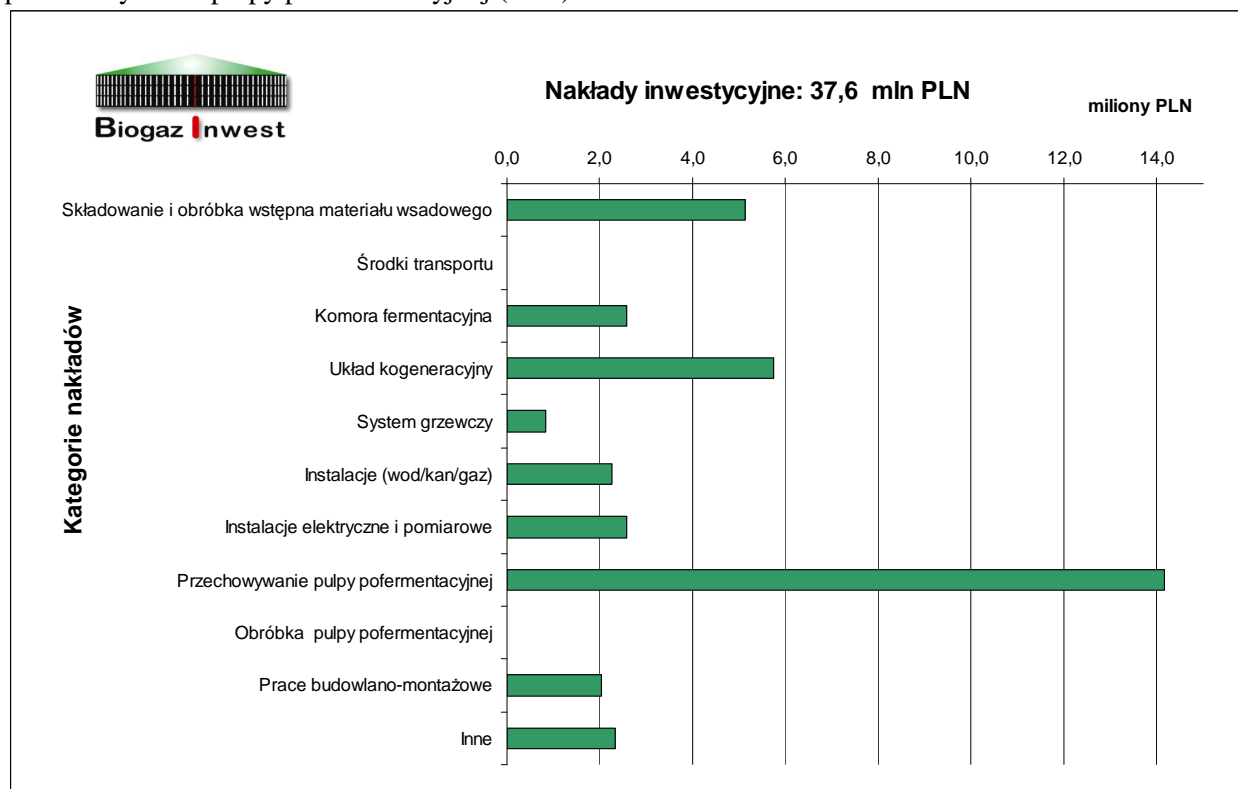
Parametry higienizacji odpadów kategorii III: 70⁰C

Struktura finansowania:

Środki własne: 20%

Kredyt bankowy: 80%, oprocentowanie w skali roku - 8,5%, okres kredytowania: 12 lat

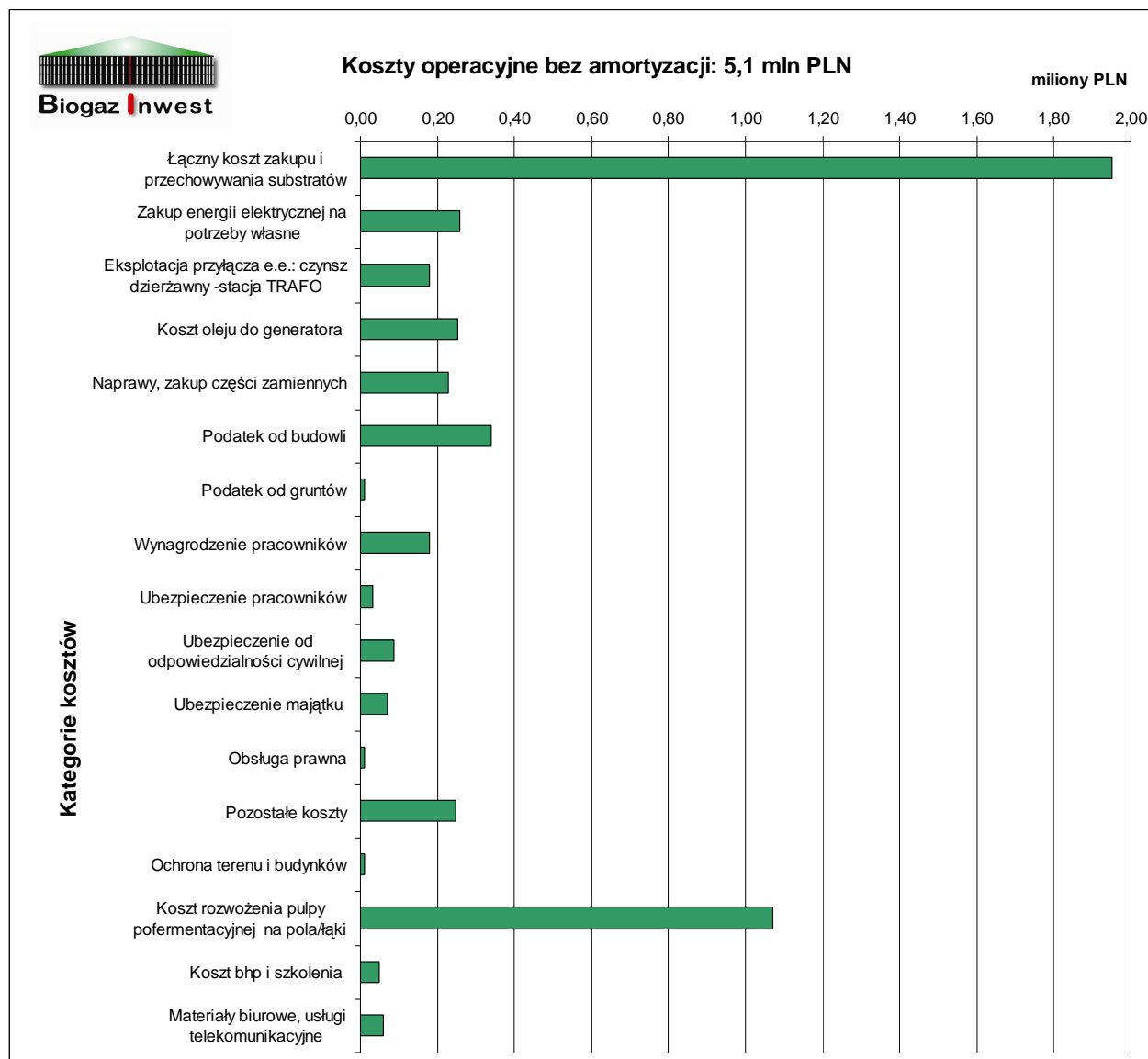
Poniżej podano strukturę **nakładów inwestycyjnych** dla podanych powyżej założeń projektowych. Sumaryczne nakłady wyniosą 37,6 mln zł, co daje wskaźnik rezultatu 21,0 mln zł/MW_{el}. Największy udział procentowy w strukturze nakładów ma zbiornik żelbetowy na przechowywanie pulpy pofermentacyjnej (38%).



Rysunek Struktura nakładów inwestycyjnych dla biogazowni 1,81 MW_{el} - przykład 2.

W strukturze **kosztów operacyjnych** bez amortyzacji (5,1 mln zł) największy udział ma koszt zakupu i przechowywania substratów. Przyjęto, że biogazownia zakupuje sumaryczną ilość wsadu 39 tys. t/r po cenie 50 zł/t, oraz przyjmuje odpady poubojowe do utylizacji w ilości 7,5 tys. t/r, pobierając z tego tytułu również opłatę utylizacyjną w wysokości 70 zł/t. Możliwe jest uzyskanie zgody na wylanie pulpy pofermentacyjnej na łaki pastewne. Szacowana powierzchnia, która powinna być

dostępna do takiego nawożenia, to ponad 1,4 tys. ha (w tym celu należy uzyskać niezbędne pozwolenia). Należy również uwzględnić koszt takiego rozwożenia, który jest znaczący (kilkaset zł/ha).



Rysunek Struktura kosztów operacyjnych dla biogazowni 1,81 MW_{el} - przykład 2.

Założenia, które przyjęto do obliczenia **przychodów dla biogazowni**:

- cena sprzedaży energii elektrycznej: 197,21 zł/MWh
- cena sprzedaży ciepła 22 zł/GJ
- cena zielonego świadectwa pochodzenia: 275,73 zł/MWh
- cena fioletowego świadectwa pochodzenia (za kogenerację o mocy > 1 MW_{el}): 59,16 zł/MWh.

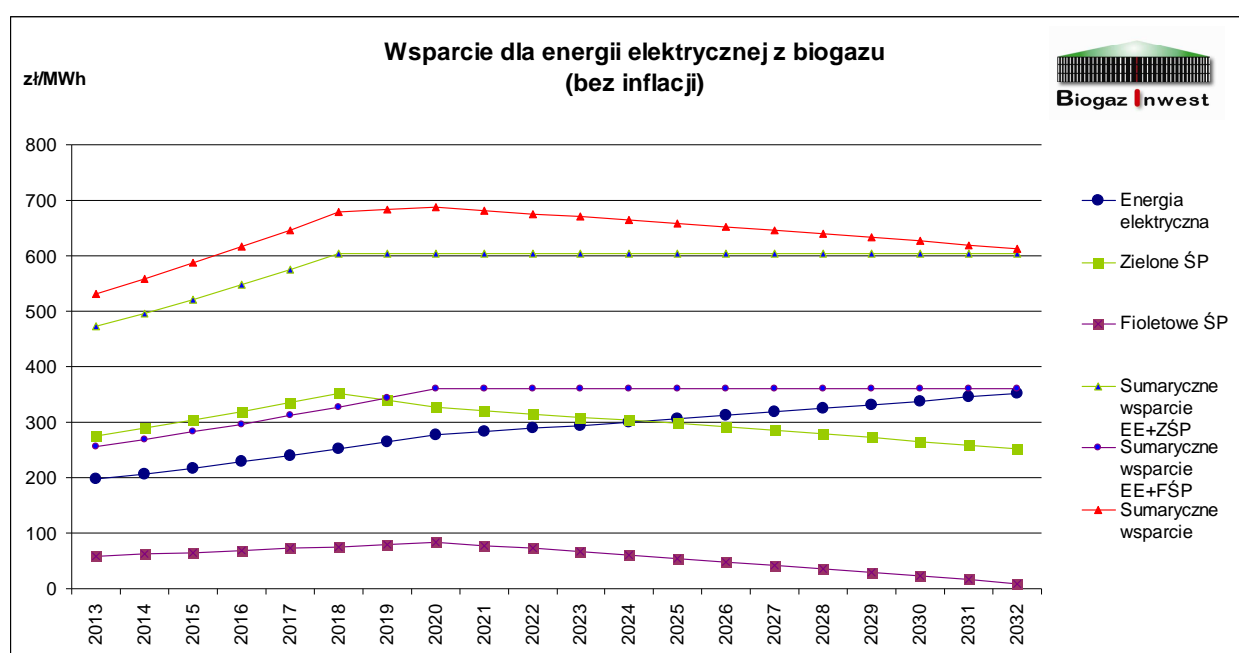
Podane powyżej dane są danymi średnimi z rynku za ostatni dostępny okres, przepływy finansowe w czasie szacowane są dla następujących założeń:

Stopa kosztu kapitału (stopa dyskonta) %	8,00%
Współczynnik inflacji %	2,50%

Roczna zmiana cen:

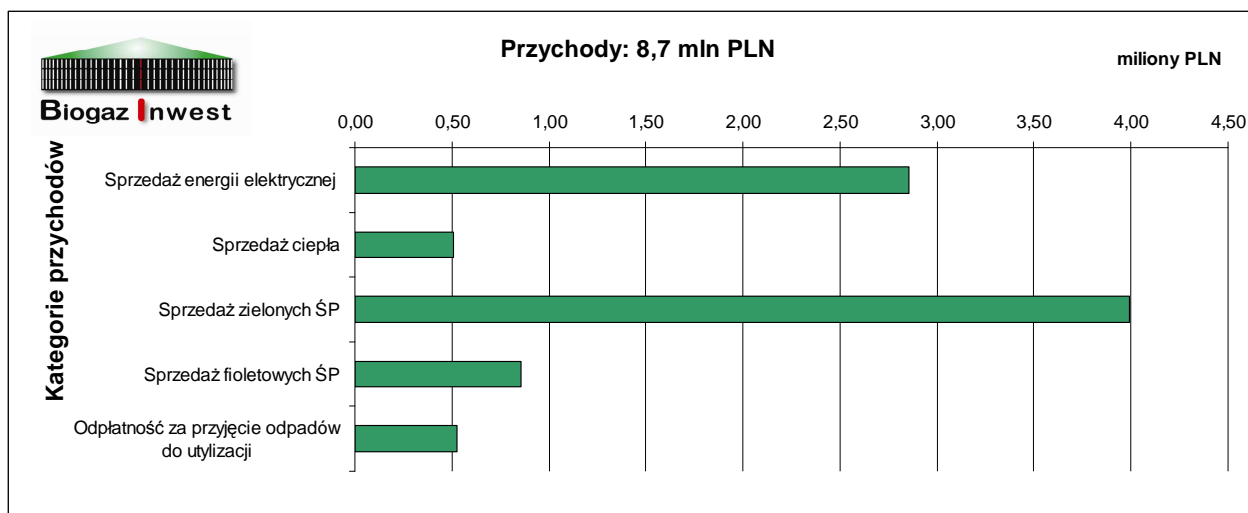
- Energii elektrycznej do 2020 roku 5,00%
- Energii elektrycznej po 2020 roku 2,00%
- Zielonych certyfikatów do 2018 roku 5,00%
- Fioletowych certyfikatów do 2020 5,00%
- Substratu 2,50%
- Wywożenia materiału pofermentacyjnego 2,50%
- Ciepła 2,50%

Do roku 2018 jednostkowe przychody z tytułu pozyskania zielonych ŚP oraz do roku 2020 kogeneracyjnych ŚP będą rosły zgodnie z tempem wzrostu cen energii elektrycznej, a następnie (podobnie jak w przykładzie 1) założono spadek cen jednostkowych. Spełniony jest warunek (co do zasady) zachowania systemu wsparcia oraz stałego sumarycznego wsparcia dla ŚP i energii elektrycznej, natomiast cena samego ŚP stopniowo maleje (Rysunek).



Rysunek Przewidywany poziom jednostkowego wsparcia dla energii elektrycznej z biogazu w kolejnych 20 latach funkcjonowania biogazowni 1,81 MW_{el} - przykład 2. Oznaczenia: EE – energia elektryczna, ŚP- świadectwa pochodzenia, ŻSP – zielone świadectwa pochodzenia, FŚP – fioletowe świadectwa pochodzenia (opracowanie własne IEO).

Całkowite przychody dla analizowanej biogazowni w pierwszym roku funkcjonowania wyniosą 8,7 mln zł.



Rysunek 1 Struktura przychodów dla biogazowni 1,81 MW_{el} - przykład 2.

Dla opisanego powyżej wariantu biogazowni uzyskano następujące wyniki analizy przepływów finansowych:

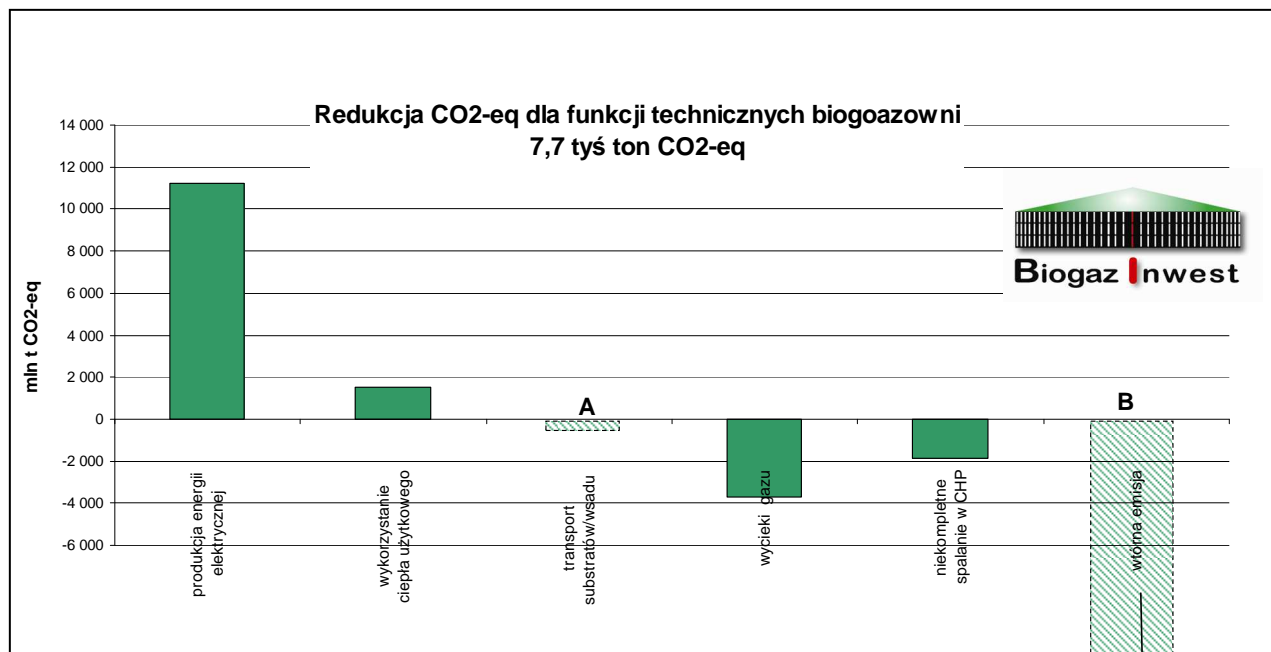
- NPV: 9,8 mln zł
- IRR: 18%
- SPBT (prosty okres zwrotu): 6 lat
- Ogólna ocena inwestycji: opłacalna.

Największą wrażliwość na zmianę parametrów pracy biogazowni wykazał *brak możliwości wylewania pulpy pofermentacyjnej na łąki*. Dla materiału pofermentacyjnego zawierającego materiał z produkcji przemysłowej możliwość taka istnieje, ale po spełnieniu określonych wymagań prawnych oraz logistycznych. W przypadku braku zgody na takie postępowanie pulę pofermentacyjną należy odwozić poprzez dekantację a następnie ewaporację. Suchą masę należy zutylizować poprzez spalanie w zakładzie utylizacyjnym, natomiast odciek zawrócić do zbiornika (co zmniejszy zapotrzebowania na wodę do rozcieńczania), a nadmiar skierować do oczyszczalni ścieków. Natomiast koszt spalania frakcji stałej w zakładzie utylizacyjnym wynosi kilkaset złotych, co w praktyce eliminuje możliwość stosowania takiego rozwiązania ze względów ekonomicznych.

Poniżej przedstawiono **obliczenie redukcji emisji gazów cieplarnianych** dla biogazowni, która wynosi 7,7 tys. ton ekwiwalentu dwutlenku węgla. Przedstawiono również dwa warianty realizacji biogazowni (A i B), które mają wpływ na ogólną redukcję emisji:

A - odległość transportowa dla wsadu do biogazowni wzrasta o 200 km.

B - zbiornik do przechowywania pulpy pofermentacyjnej nie jest szczelnie przykryty w związku z tym nie następuje wtórny odzysk biogazu.



Rysunek Obliczenie redukcji emisji gazów cieplarnianych dla biogazowni 1,81 MW_{el} - przykład 2.

Program został skalibrowany dla inwestycji powyżej 0,5 MW_{el}. Według Europejskiego Stowarzyszenia Biogazu poniżej tej wartości występuje bardzo silny wzrost nakładów jednostkowych na moc zainstalowaną ze względu na koszty przygotowania projektu takie jak: projekt technologiczny, uzyskanie pozwoleń oraz opracowanie biznes planu. Zaleca się aby dla biogazowni o mocy poniżej 0,5 MW_{el} wyniki ekonomiczne traktować jako przybliżone.