

**Biogaz | Inwest**

**Program do obliczeń efektywności  
energetycznej i ekonomicznej  
biogazowni rolniczej**



Instytut Energetyki Odnawialnej

Warszawa 2011

## O programie

Program *Biogaz Inwest*, opracowany przez Instytut Energetyki Odnawialnej, jest pierwszym na polskim rynku, zaawansowanym programem dla inwestorów biogazowni rolniczych, dostosowanym do krajowych realiów. Program jest narzędziem obliczeniowym, pomocnym przy planowaniu i realizacji inwestycji biogazowej, które **umożliwia oszacowanie wysokości nakładów inwestycyjnych oraz ekonomiki projektu biogazowego** z uwzględnieniem produktywności biogazu oraz innych nośników energii przez planowaną instalację biogazową. Rozbudowana **baza substratów programu, obejmująca ponad 100 pozycji**, umożliwia zaplanowanie inwestycji pod kątem optymalizacji doboru substratów i maksymalizacji uzysków biogazu oraz produkcji energii. Program jest podzielony na 3 arkusze, odpowiadające jego podstawowym funkcjom. Określenie najważniejszych parametrów technologicznych instalacji i prezentacja charakterystyk pracy biogazowni odbywa się w arkuszu *Dane i wyniki*. Wprowadzanie informacji o ilości i właściwościach dozowanych substratów oraz ich pozyskiwaniu ma miejsce w arkuszu *Substraty*. W arkuszu *Wykresy* prezentowana jest natomiast struktura nakładów, kosztów eksploatacyjnych i przychodów w formie tabelarycznej i graficznej. Program posiada możliwość przeprowadzenia wstępnej analizy ekonomicznej projektu oraz analizy wrażliwości, przy czym jest on jednocześnie prosty w obsłudze i nie wymaga specjalistycznej wiedzy na temat technologii biogazowni. Program jest adresowany przede wszystkim do inwestorów rozważających ulokowanie kapitału w projektach biogazowni rolniczych. Program *Biogaz Inwest* jest dostępny w sklepie IEO.

# Instrukcja użytkownika Programu *Biogaz Inwest*

## Arkusze *Strona startowa*

*Strona startowa* odsyła użytkowników do dalszych arkuszy. We wszystkich arkuszach użytkownicy powinni wypełniać jedynie białe pola. Pola wynikowe, które nie są przeznaczone do edycji, oznaczono kolorem żółtym. W każdym z arkuszy obliczenia opatrzone wyjaśniającymi komentarzami i uwagami, które zaznaczono kolorem czerwonym. Podano tu również podstawowe założenia programu: zastosowanie fermentacji mezofilowej w układzie jednostopniowym oraz wykorzystanie biogazu do produkcji energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu w układzie kogeneracyjnym. Program został skalibrowany dla inwestycji powyżej 0,5 MWe<sub>el</sub>, ponieważ poniżej tej wartości występuje bardzo silny wzrost nakładów jednostkowych na moc zainstalowaną, ze względu na stałe koszty przygotowania projektu. Prognoza wykonywana jest na okres 20 lat życia projektu. W przypadku chęci zadania dodatkowych pytań lub zaistnienia problemów technicznych, prosimy o kontakt z autorami programu, ekspertami ds. energetycznego wykorzystania biogazu w Instytucie Energetyki Odnawialnej.

Program BIOGAZ INWEST      Przykład 1: gnojowica+kiszonka      0,86 MWe

**Biogaz Inwest**      IEO Instytut Energetyki Odnawialnej  
e c b r e c

Warszawa 2011

Dane i wyniki

Substraty i technologia

Wykresy

Pomoc techniczna

Objaśnienia:

Pola białe służą do wprowadzania danych

Pola żółte - pola wynikowe

Na czerwono oznaczono komentarze i uwagi, dotyczące pól edytowalnych przez użytkownika

Założenia:


1. Fermentacja mezofilowa
2. Fermentacja jednostopniowa
3. Produkcja energii w układzie kogeneracyjnym
4. Moc zainstalowana instalacji powyżej 0,5 MW<sub>el</sub>
5. 20 letni okres życia projektu

Rys. 1. Widok arkusza *Strona startowa*

## Arkusz Dane i Wyniki

Tabela *Ogólne dane do inwestycji* służy do wprowadzenia podstawowych danych na temat inwestycji, takich jak lokalizacja inwestycji, powierzchnia terenu pod inwestycję, rok rozpoczęcia inwestycji czy czas pracy instalacji w ciągu roku. Pola oznaczone w tabelach jako „wybór” wymagają wyboru jednej z opcji z listy rozwijanej. Menu po lewej stronie pomaga w przejściu do poszczególnych tabeli arkusza.

Program BIOGAZ INWEST



Przejdź do tabeli

- TAB 1 [Ogólne dane o inwestycji](#)
- TAB 2 [Opcje technologiczne](#)
- TAB 3 [Założenia dotyczące finansowania inwestycji](#)
- TAB 4 [Kredyt komercyjny](#)
- TAB 5 [Kredyt z dopłatami](#)
- TAB 6 [Założenia ekonomiczne](#)
- TAB 7 [Jednostkowe ceny](#)
- TAB 8 [Podsumowanie wsadu](#)
- TAB 9 [Produkcja biogazu i energii](#)
- TAB 10 [Komora fermentacyjna](#)
- TAB 11 [Pulpa pofermentacyjna i nawożenie](#)
- TAB 12 [Wyniki ekonomiczne](#)
- TAB 13 [Wskaźniki rezultatu](#)

Proszę uzupełnić BIAŁE POLA

TAB 1 **Ogólne dane o inwestycji**

Lokalizacja inwestycji	UZUPEŁNIJ DANE	gnojowica+kiszonka	
Kod pocztowy	UZUPEŁNIJ DANE	XX	
Inwestor	UZUPEŁNIJ DANE	XX	
Developer	UZUPEŁNIJ DANE	XX	
Teren pod biogazownię	WYBÓR	teren własny	
Powierzchnia terenu przeznaczona pod inwestycję	ha	4	<b>powierzchnia terenu jest wystarczająca</b>
Przyłączenie do sieci	WYBÓR	NN	
Odległość od GPZ	km	0	
Odległość od odbiorcy ciepła	km	0	
Czas pracy biogazowni	h	8000	
Uzupełnij informację o substratach	IDŹ DO →	<b>Substraty i technologia</b>	
Rok rozpoczęcia produkcji	rok	2013	

Proszę uzupełnić BIAŁE POLA

TAB 2 **Opcje technologiczne**

Wykorzystanie biogazu		kogeneracja
Fermentacja sucha/mokra	WYBÓR	Fermentacja mokra
Szczelne zamknięcie zbiornika pofermentacyjnego	WYBÓR	tak
Przechowywanie masy pofermentacyjnej	WYBÓR	Laguny
Obróbka masy pofermentacyjnej	WYBÓR	brak
Sposób utylizacji pozostałości pofermentacyjnej	WYBÓR	wylęwanie na pola własne
Sprawność cieplna w kogeneracji	%	44%
Sprawność elektryczna w kogeneracji	%	39%
Ilość ciepła nadmiernego przeznaczona na sprzedaż	%	35%
Rodzaj czynnika grzewczego	WYBÓR	gorąca woda

Rys. 2. Widok arkusza Dane i wyniki

Tabela *Opcje technologiczne* pozwala na określenie zastosowanych w biogazowni rozwiązań technologicznych:

- fermentacja mokra lub fermentacja sucha
- sposób przechowywania masy pofermentacyjnej: w lagunach lub w zbiorniku
- obróbka masy pofermentacyjnej: zbiornik zamiast laguny lub brak obróbki
- sposób utylizacji pozostałości pofermentacyjnej: wylęwanie na pola własne, przekazywanie

- nieodpłatne innym podmiotom, sprzedaż
- określenie procentowych wartości sprawności cieplnej i elektrycznej w kogeneracji oraz ilości ciepła nadmiernego przeznaczonej na sprzedaż
  - rodzaj czynnika grzewczego: gorąca woda lub gazy spalinowe

Na podstawie rocznej produkcji metanu w zależności od zastosowanej technologii obliczana jest właściwa dla danego układu moc cieplna i elektryczna układu CHP oraz możliwa do uzyskania produkcja ciepła i energii elektrycznej w tym na sprzedaż oraz na cele procesowe.

Nadwyżkę ciepła na sprzedaż uzyskuje się po odjęciu od całkowitej produkcji ciepła netto, ciepła zużytego na cele procesowe biogazowni. W przypadku wielu projektów biogazowych ciężko jest znaleźć odbiorcę całej nadwyżki ciepła, dlatego zwykle jako nadwyżkę ciepła na sprzedaż zakłada się w rubryce wartość 10% wyprodukowanego ciepła. Jednak w zależności od lokalnych uwarunkowań, użytkownicy mogą ten parametr zmienić.

Użytkownik powinien dokonać wyboru sposobu wykorzystania nawozowego osadu pofermentacyjnego oraz zdecydować, jaka ilość (w %) wytworzonego nawozu będzie sprzedawana. W zależności od wielkości terenu jakim się dysponuje, należy też określić sposób przechowywania osadu pofermentacyjnego – w zbiorniku lub lagunie oraz wybrać, czy zamknięcie zbiornika pofermentacyjnego będzie szczelne, co wpływa na możliwość wtórnego odzysku biogazu.

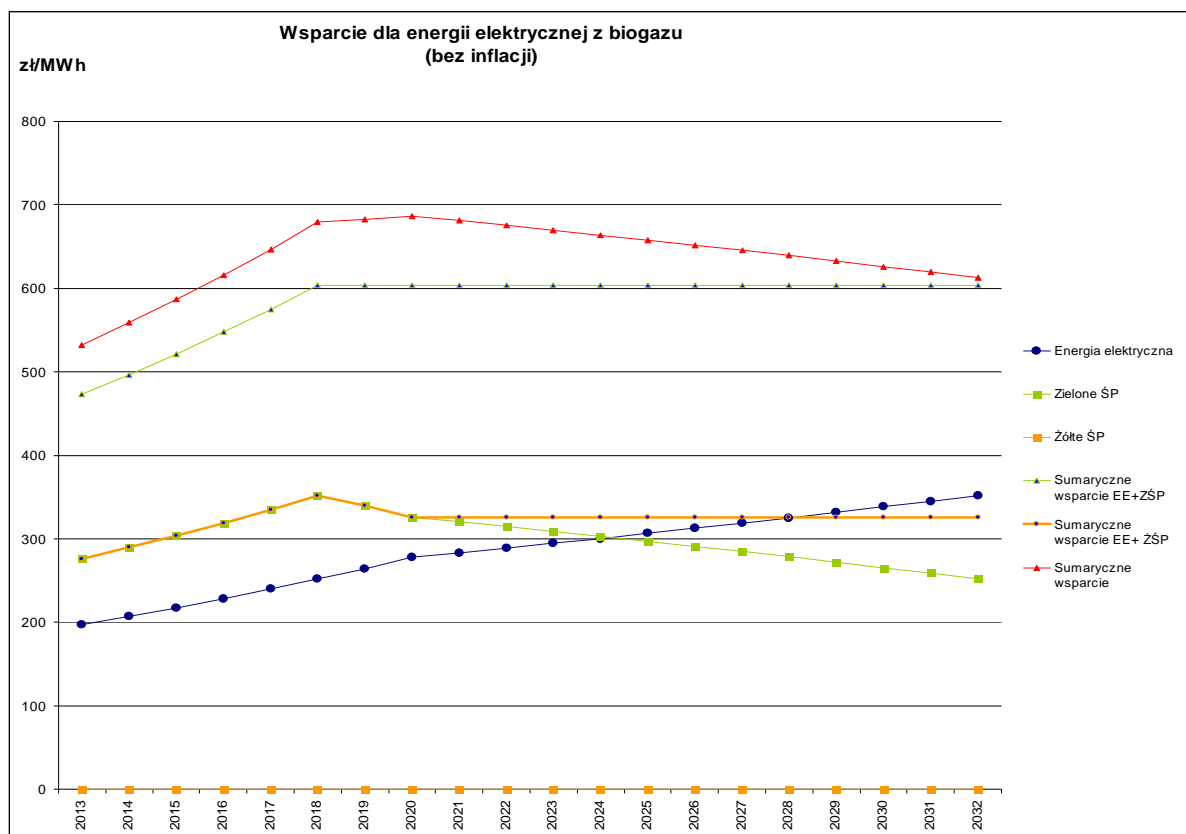
Należy też określić wielkość powierzchni własnej do nawożenia pozostałością pofermentacyjną oraz dokonać wyboru sposobu obróbki masy pofermentacyjnej – poprzez suszenie, prasę lub dekantację.

W tabeli **Założenia dotyczące finansowania inwestycji** podana jest edytowalna procentowa struktura montażu finansowego inwestycji, w tym finansowanie ze środków własnych, dotacje do inwestycji, kredyt z dopłatami i kredyt komercyjny.

Tabele **Kredyt komercyjny oraz Kredyt z dopłatami** umożliwiają ustawienie dogodnego okresu kredytowania wyrażonego w latach oraz wysokości oprocentowania kredytu.

Tabela **Założenia ekonomiczne** umożliwia określenie wyrażonych procentowo wartości:

- stopy kosztu kapitału (dyskonta)
- współczynnika inflacji
- procentowych zmian cen: energii elektrycznej, jednostkowych cen, zielonych certyfikatów, żółtych certyfikatów (wysokosprawna kogeneracja powyżej 1MW<sub>el</sub>), fioletowych certyfikatów (wysokosprawna kogeneracja poniżej 1MW<sub>el</sub>), pozyskania substratu, utylizacji materiału pofermentacyjnego, nawozu w postaci materiału pofermentacyjnego, sprzedaży ciepła. Program wylicza również automatycznie czy warunek wysokosprawnej kogeneracji został spełniony dla danej inwestycji.



Rys.3 Wsparcie dla energii elektrycznej z biogazu

Podstawowym celem analizy ekonomicznej jest **pomoc w podjęciu wstępnej decyzji inwestycyjnej**. Zastosowano metody oceny opłacalności oparte na przepływach finansowych generowanych przez projekt. Dane wykorzystane do modelu ekonomicznego pochodzą z obliczeń wykonanych w części technologicznej. Użytkownicy mają możliwość wprowadzenia dla swojej inwestycji uzyskanej wysokości kredytu z dopłatami lub kredytu komercyjnego, z uwzględnieniem okresu kredytowania oraz oprocentowania kredytu. W przypadku założeń ekonomicznych oraz zmian cen użytkownicy mają możliwość edycji lub skorzystania z danych wyjściowych, zdefiniowanych przez autorów programu.

W modelu przyjęto 20 letni okres życia projektu, po którym zakłada się że eksploatacja może być ekonomicznie nieuzasadniona z uwagi na postęp techniczny i zużycie środków trwałych. Ekonomiczny czas życia instalacji powinien być zdeterminowany przez przydatność techniczną oraz przez stopę amortyzacji życia obiektu. Do obliczeń włącza się również amortyzację, która wynosi średnio 10 % przez 10 lat.

Tabela **Podsumowanie wsadu** zwraca następujące wartości dotyczące mieszanki fermentacyjnej:

- wymagana ilość wody do rozcieńczenia mieszaniny substratów [m<sup>3</sup>]
- łączna ilość substratów przed rozcieńczeniem [m<sup>3</sup>]
- łączna ilość substratów po rozcieńczeniu [m<sup>3</sup>]
- zawartość suchej masy przed rozcieńczeniem [%]

- zawartość suchej masy po rozcieńczeniu [%]
- ilość odpadów podlegających higienizacji (należących do kategorii 2)
- ilość odpadów do sterylizacji (należących do kategorii 3)

W tabeli **Produkcja biogazu i energii** znajdują się informacje na temat:

- spełnienia warunku wysokosprawnej kogeneracji
- rocznej produkcji biogazu [m<sup>3</sup>/rok]
- rocznej produkcji metanu [m<sup>3</sup>/rok]
- teoretycznej mocy cieplnej [MW<sub>th</sub>]
- teoretycznej mocy elektrycznej [MW<sub>el</sub>]
- całkowitej produkcji ciepła [GJ/rok]
- zużycia ciepła na cele procesowe biogazowni [GJ/rok]
- nadwyżki ciepła [GJ/rok]
- ciepła przeznaczonego na sprzedaż [GJ/rok]
- produkcji energii elektrycznej [MWh/rok]
- ilości energii do naliczania zielonych świadectw pochodzenia z OZE [MWh/rok]
- ilości energii do naliczania fioletowych i żółtych świadectw pochodzenia z kogeneracji [MWh/rok]

Tabela **Komora fermentacyjna** podaje parametry projektowe komory fermentacyjnej:

- pojemność komory fermentacyjnej [m<sup>3</sup>]
- czas retencji [dni]

Tabela **Pulpa pofermentacyjna i nawożenie** określa:

- ilość pulpy pofermentacyjnej [t/rok]
- powierzchnia pod laguny [ha]
- wysokość zbiornika [m<sup>3</sup>]
- powierzchnia potrzebna do nawożenia pulpą pofermentacyjną [ha]

Tabela **Wyniki ekonomiczne** podaje:

- nakłady całkowite [zł]
- przychody roczne [zł/rok]
- koszty operacyjne roczne [zł/rok]
- koszty finansowe roczne

Zamieszczono to również podstawowe wskaźniki opłacalności ekonomicznej inwestycji:

- NPV [zł]
- IRR [%]
- MIRR [%]
- SPBT [lata]

W tabeli **Wskaźniki rezultatu** podano:

- nakłady jednostkowe [zł/MW<sub>el</sub>]
- całkowite uniknięte emisje z tytułu produkcji energii [t eq CO<sub>2</sub>]





do utylizacji oraz jednostkowy przychód za Możliwość zaznaczenia opcji pozyskiwania substratów na zasadach utylizacji istnieje tylko dla substratów, które nie są zakupywane. Można określić wysokość opłaty utylizacyjnej, w innym wypadku przyjmuje się, że opłata utylizacyjna wynosi średnio 20 zł/t.

W przypadku chęci zastosowania substratów, które nie figurują na liście, istnieje możliwość wprowadzenia substratów własnych, do czego służy tabela **Substraty własne**. W tym celu dla każdego wprowadzanego substratu należy uzupełnić pola: nazwa, zawartość suchej masy, zawartość suchej masy organicznej, wskaźnik metanu, oraz określić kategorię ze względu na rozporządzenie 1774/WE, a następnie podać roczną dawkę substratu w t/rok.

Jeżeli użytkownik zamierza dany substrat częściowo kupować a częściowo produkować należy dodać ten substrat ponownie w tabeli Substraty własne.

Substraty własne		t/rok	km		PLNR		
Krew	1,00	2 000		nie		tak	70
Tłuszcz z odbuszczaczy	0,80	3 000		nie		tak	70
Wnętrznosci i części mięsne	0,80	500		nie		tak	70
Skrabki	0,80	2 000		nie		tak	70
Odpady kuchenne	0,60	9 000		tak	50	nie	

Nazwa substratu	Gęstość t/m <sup>3</sup>	Wsad t/yr	Procentowa zawartość suchej masy % s.m.	Procentowa zawartość suchej masy organicznej % s.m.o.	Produkcja metanu z 1 t s.m.o. m <sup>3</sup> t s.m.o.	Kategoria wg Rozp. 1774
Krew	1,00	2 000	18,00	96,60	479,60	kategoria 3
Tłuszcz z odbuszczaczy	0,80	3 000	29,99	96,00	700,00	kategoria 2
Wnętrznosci i części mięsne	0,80	500	26,40	95,90	642,00	kategoria 2
Skratki	0,80	2 000	26,06	90,60	700,00	kategoria 2
Odpady kuchenne	0,60	9 000	67,60	50,00	500,00	kategoria 3

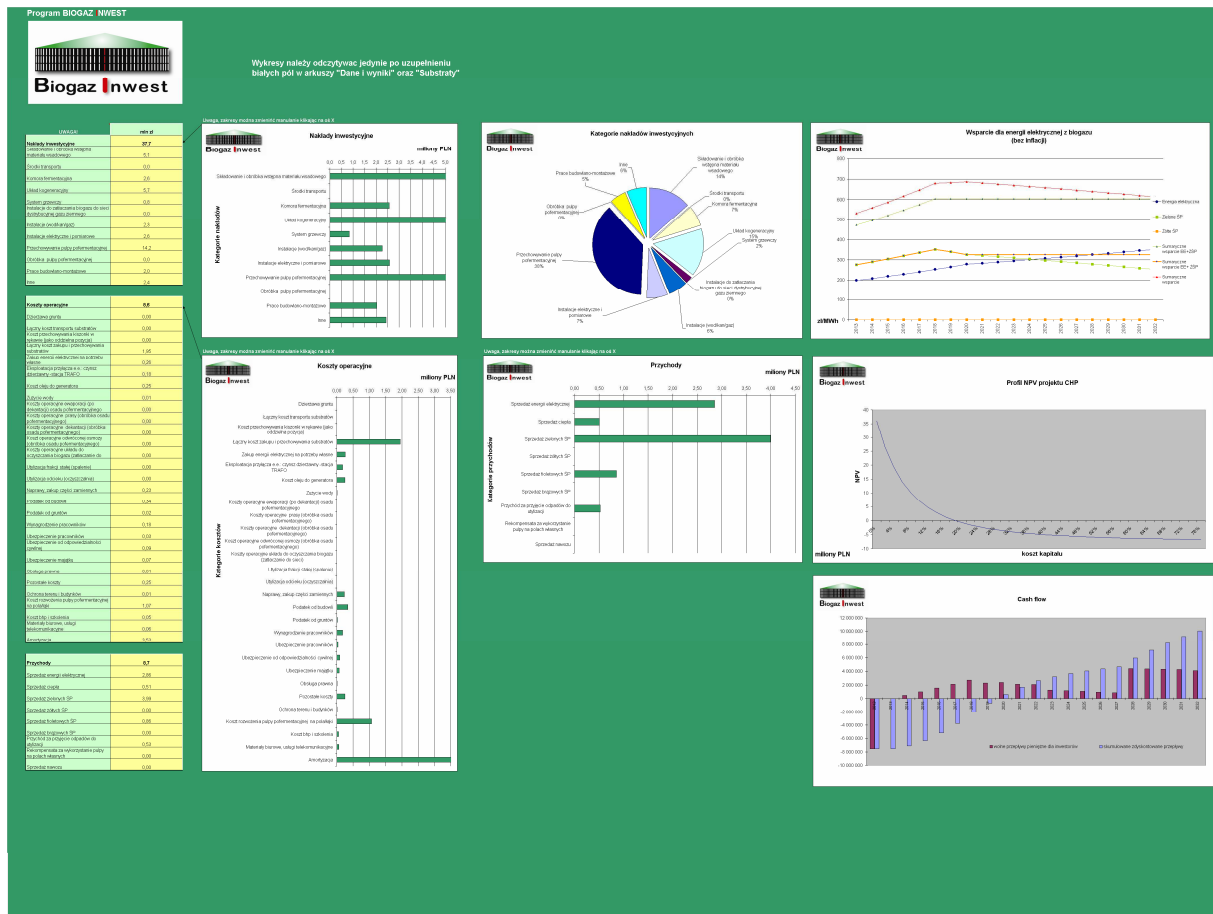
Rys. 5. Widok arkusza Substraty własne

W przypadku fermentacji mokrej zawartość suchej masy w mieszaninie substratów, nie powinna być większa niż 16%. Jeżeli zawartość suchej masy przekroczy 16%, wymagana ilość wody, która wyświetla się w polu Teoretyczne zapotrzebowanie na wodę do rozcieńczenia, zostaje dodana.

W celu obliczenia nakładów inwestycyjnych należy podać odległość od GPZ oraz odległość od odbiorcy ciepła. Produkcja własna kiszonki decyduje o konieczności jej przechowywania w silosie.

## Arkusz Wykresy

W arkuszu przedstawiono nakłady, koszty eksploatacyjne oraz przychody biogazowni w formie tabelarycznej i wykresów z podziałem na poszczególne kategorie. Wysokość jednostkowych nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych, wykorzystanych do dalszych obliczeń, została opracowana na podstawie danych z realizowanych projektów biogazowni rolniczych w Polsce, zarówno już zrealizowanych jak i będących jeszcze w przygotowaniu.



Rys. 6. Widok arkusza Wykresy