

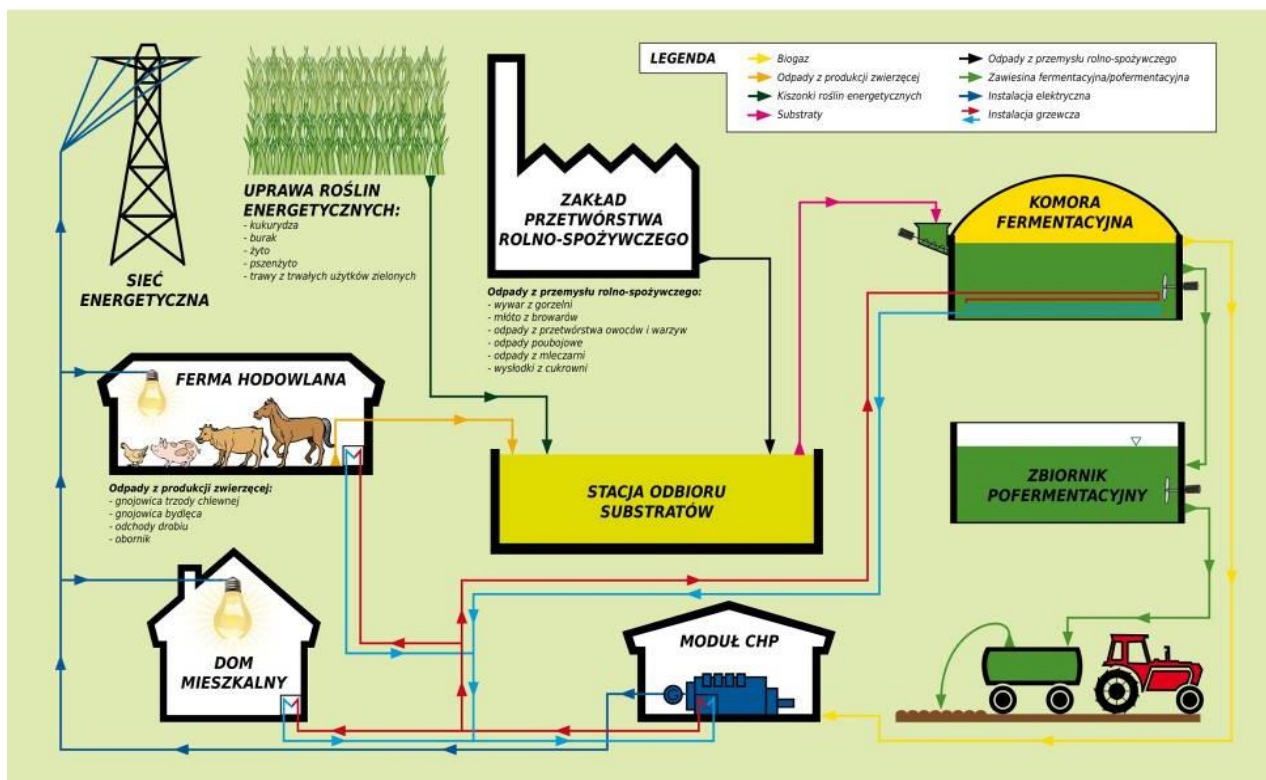
„Wytwarzanie biogazu”

Osoby dorosłe (w wieku 25 – 64 lata)

Szkolenie w ramach projektu „Utworzenie i wsparcie funkcjonowania Branżowego Centrum
Umiejętności w branży Energetyka

odnawialna - Bioenergetyka” w ramach umowy nr KPO/23/1/BCU/U/0018 finansowane ze
środków Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększenia Odporności, tj. Krajowy Plan
Odbudowy i Zwiększenia Odporności (KPO)

1. Biogazownia rolnicza – założenia ogólne



Schemat biogazowni rolniczej (Kowalczyk-Juśko A. Biogazownie szansą dla rolnictwa i środowiska. FDPA, Warszawa 2013)

1.1. Źródła biogazu

Źródła naturalne: bagna, dna zbiorników wodnych (stawy, jeziora), przewody pokarmowe przeżuwaczy, rozkład odchodów zwierząt itp.

Źródła antropogeniczne: hodowla zwierząt domowych, pola ryżowe, składowiska odpadów i fermentacja wysegregowanej frakcji odpadów komunalnych, oczyszczalnie ścieków, biogazownie rolnicze – celowa fermentacja biomasy.

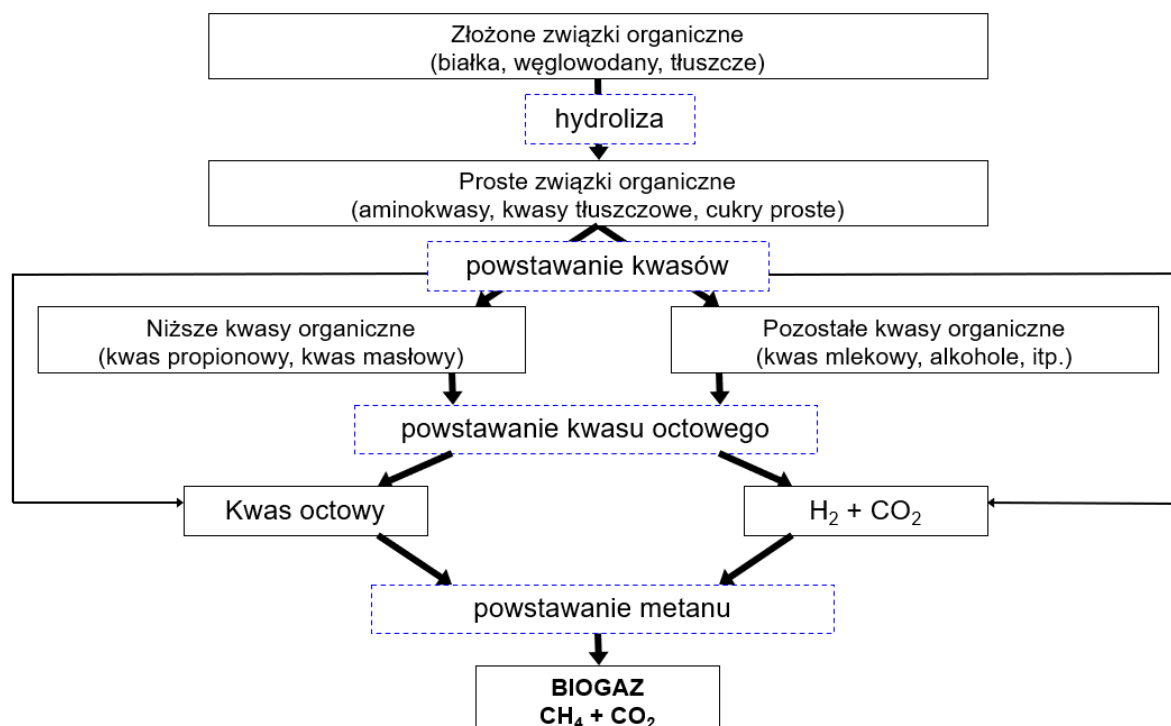
1.2. Fermentacja metanowa

- zespół beztlenowych procesów biochemicznych, w których wielkocząsteczkowe substancje organiczne (węglowodany, białka, tłuszcze) są rozkładane przez

bakterie do alkoholi lub niższych kwasów organicznych, metanu, dwutlenku węgla i wody

Metan:

- palny gaz znajdujący się w skorupie ziemskiej (gaz ziemny, gaz naturalny)
- silny gaz cieplarniany (25 razy silniejszy niż CO_2)
- biometan – parametry fizyczne i chemiczne ważne z energetycznego punktu widzenia



Schemat przebiegu procesów fermentacji metanowej

Biogazownia rolnicza – instalacja odnawialnego źródła energii w rozumieniu art. 2 pkt 13 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii służąca do wytwarzania biogazu rolniczego, energii elektrycznej z biogazu rolniczego, ciepła z biogazu rolniczego lub biometanu z biogazu rolniczego (*specustawa biogazowa*). Biogaz rolniczy – gaz otrzymywany w procesie fermentacji metanowej (ustawa o OZE):

a) produktów rolnych oraz produktów ubocznych rolnictwa, w tym odchodów zwierzęcych,

- b) produktów z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego i produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z tego przetwórstwa, w tym z przetwórstwa i produkcji żywności, pochodzących z zakładów przemysłowych, a także z zakładowych oczyszczalni ścieków z przetwórstwa rolno-spożywczego, w których jest prowadzony rozdział ścieków przemysłowych od pozostałych rodzajów osadów i ścieków,
- c) produktów spożywczych przeterminowanych lub nieprzydatnych do spożycia,
- d) tłuszczów i mieszanin olejów z separacji olej/woda zawierających wyłącznie oleje jadalne i tłuszcze,
- e) biomasy roślinnej zebranej z terenów innych niż zaewidencjonowane jako rolne,
- f) odchodów zwierzęcych pozyskanych z działalności innej niż rolnicza
 - z wyłączeniem biogazu pozyskanego z odpadów komunalnych, ze składowisk odpadów, a także z substratów pochodzących z oczyszczalni ścieków innych niż wymienione w lit. b.

Czynniki wpływające na proces fermentacji w zależności od kryteriów:

- substraty
- inhibitory
- temperatura
- mieszanie, HRT
- liczba etapów procesu technologicznego
- zawartość s.m.o. i obciążenie graniczne
- tryb napełniania fermentora

Wielkość biogazowni podaje się na podstawie mocy zainstalowanej elektrycznej kogeneratora lub ekwiwalentnej ilości wytworzonego biogazu. Przyjmuje się, że na 1 MW_e potrzeba 4 mln m³ biogazu (czyli 2 mln m³ biometanu). Równocześnie moc cieplna kogeneratora wynosi ok. 1,2 MW_t.

Czas przetrzymania substratów w komorze zależy od charakteru substratów i średnio wynosi 28-35 dni; jest krótszy jeśli stosuje się substraty założone z prostych związków (np. wyśtodki z cukrowni) i dłuższy przy substratach zawierających dużo celulozy (słoma, kukurydza).

2. Substraty w biogazowni – parametry, ograniczenia

2.1. Substraty z upraw celowych

Kukurydza – ważny jest dobór odmian (wysoka liczba FAO), termin zbioru (dojrzałość mleczno-woskowa do woskowej), jakość siewki (m.in. zgniatacze ziarna) i jej rozdrobnienie (mniejsze niż dla bydła). Technologia uprawy klasyczna i mix-cropping – zmniejszenie ryzyka spadku plonów powodowanego przez suszę i patogeny. Rozwiązania pozwalające na przedłużenie zbioru przy uprawach wielkopowierzchniowych – dobór odmian z uwzględnieniem FAO. W przypadku umów z rolnikami – zapisy dotyczące jakości surowca, zbioru przy użyciu maszyn rolnika lub zbiór po stronie biogazowni, ilość i terminy. Najczęstsze błędy po stronie rolnika i biogazowni w kwestiach dostaw kukurydzy.

Zakiszanie kukurydzy (baloty, rękawy, silosy) – wady i zalety.

Warunki i okres przechowywania kiszonki wpływają na wydajność biogazu i jego skład. Zabezpieczenie silosów przed odciekami, wysychaniem, ptactwem, gryzoniami.

Inne gatunki roślin celowych - wszystkie rośliny mogą być poddane procesowi fermentacji. Ważne są: parametry plonu, łatwość zakiszania, wydajność biogazu, koszty uprawy, zawartość substancji niepożądanych (popiół, białko, inhibitory), wymagania glebowe w zależności od możliwości gospodarstwa, logistyka zbiorów i dostaw, międzyplony (poplony), rośliny wieloletnie, rośliny nieprzeznaczone do spożycia lub na paszę. Trawy wymagają starannego rozdrobnienia gdyż sianokiszonka i kiszonka może powodować problemy techniczne funkcjonowania urządzeń biogazowni.

Słoma jako produkt uboczny uprawy zbóż może być substratem po wstępnym przygotowaniu. W przypadku biometanu paliwowego (zwłaszcza podmioty realizujące NCW) warto sięgnąć po rośliny (i inne surowce) wymienione w zał. 9 do RED II.

Przykładowe parametry wydajności biogazu z biomasy roślin z upraw celowych

Gatunek	Plony [t/ha]	Wydajność biogazu [m ³ /t <u>św.m.</u>]	Wydajność biogazu [m ³ /ha]
Kiszonka z kukurydzy	50	200	10 000
	35	215	7 525
Buraki pastewne	80	100	8 000
Trawa łąkowa – 3 pokosy	70	95	6 650
CCM - kukurydza	15	450	6 750
GPS - pszenica	12	500	6 000
Ziemniak	40	110	4 400
Ziarno pszenicy	7	600	4 200

2.2. Substraty z przetwórstwa rolno-spożywczego

Substraty odpadowe z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego mogą mieć status odpadu lub produktu ubocznego. Substraty o tej samej nazwie mogą zatem wymagać rejestru w BDO (jeśli są odpadami) i być wykazywane dla KOWR ze stosownymi kodami lub być produktami, co pomija BDO i zapisy w formularzach sprawozdawczych. Katalog odpadów (Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów Dz.U. 2020, poz. 10) dzieli je w zależności od miejsca powstawania. W przypadku wątpliwości – sprawdzenie w dotychczasowych wykazach substratów lub pytanie do KOWR.

Substraty można podzielić w zależności od pochodzenia, stanu skupienia itp.

Substraty stałe

Pochodzenia zwierzęcego:

- obornik (w tym odchody drobiu, przy odpowiednim udziale ze względu na amoniak i popiół)
- uppz kategorii I i II
- krew odwodniona

- treści przewodów pokarmowych (mierzwa)

Pochodzenia roślinnego:

- owoce, warzywa, inne całe rośliny nieprzeznaczone do spożycia
- wycierki z zakładów przetwórstwa owoców i warzyw
- wycierka ziemniaczana
- wysłodki i melasa z cukrowni
- młóto z browaru
- ziarno zbóż i innych roślin (strączkowych, oleistych)
- słoma, plewy, łuski – po uprzednim wstępnym przygotowaniu

Substraty ciekłe

- gnojowica
- krew nieodwodniona
- wywar z gorzelni
- serwatka

2.3. Osady z oczyszczalni z przetwórstwa (z wyjątkiem komunalnych)

Warunkiem dopuszczenia osadów z zakładowych oczyszczalni ścieków jest spełnienie zapisu zawartego w definicji biogazu rolniczego (art. 2b ustawy o OZE)

- ...a także z zakładowych oczyszczalni ścieków z przetwórstwa rolno-spożywczego, w których jest prowadzony rozdział ścieków przemysłowych od pozostałych rodzajów osadów i ścieków. Odpady o tej samej nazwie mogą mieć różne kody, co należy uwzględniać przy sprawozdawczości. Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków dopuszczone do stosowania w biogazowniach rolniczych: 02 02 04, 02 03 05, 02 04 03, 02 05 02, 02 06 03, 02 07 05.

Osady, w zależności od wcześniejszej obróbki, mogą pełnić funkcje substratów zagęszczających lub rozcieńczających. W zależności od potrzeb biogazowni można modyfikować parametr zawartości s.m. na poziomie oczyszczalni, przy czym transport osadu nieodwodnionego wiąże się z wyższym kosztem transportu.

2.4. Wstępne przygotowanie substratów – aspekty techniczne i prawne

Niektóre substraty wymagają rozdrobnienia (siekanie, maceracja, mikronizacja, mielenie), zakiszenia, rozcieńczenia, zagęszczenia, magazynowania. Służą do tego odpowiednie instalacje, zbiorniki (naziemne, podziemne), urządzenia rozdrabniające – w zależności od charakteru substratu i potrzeb biogazowni.

Przygotowanie substratów pochodzenia zwierzęcego (uppz – uboczne produkty pochodzenia zwierzęcego) – aspekty prawne

- Rozporządzenie (WE) nr 1069/2009 – kategorie uppz i dopuszczenie ich do wykorzystania w biogazowniach rolniczych
- Rola powiatowego lekarza weterynarii w procesie decyzyjnym dotyczącym dopuszczenia wybranych kategorii uppz do przetwarzania w biogazowniach
- Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 142/2011 – wymogi dla uppz
- II i III kategoria uppz:

- rozdrobnienie do max 12 mm, higienizacja w min. 70°C przez min. 1 h

2.5. Rola poszczególnych grup substratów

Ze względu na cechy funkcyjne wyróżniamy substraty:

- rozcieńczające / zagęszczające
- zwiększające wydajność
- dodatki stabilizujące proces.

Pod względem cech technologicznych wyróżniamy substraty:

- inokulujące
- adhezyjne
- łatwo fermentujące
- trudno fermentujące i niebezpieczne.

3. Budowle i urządzenia

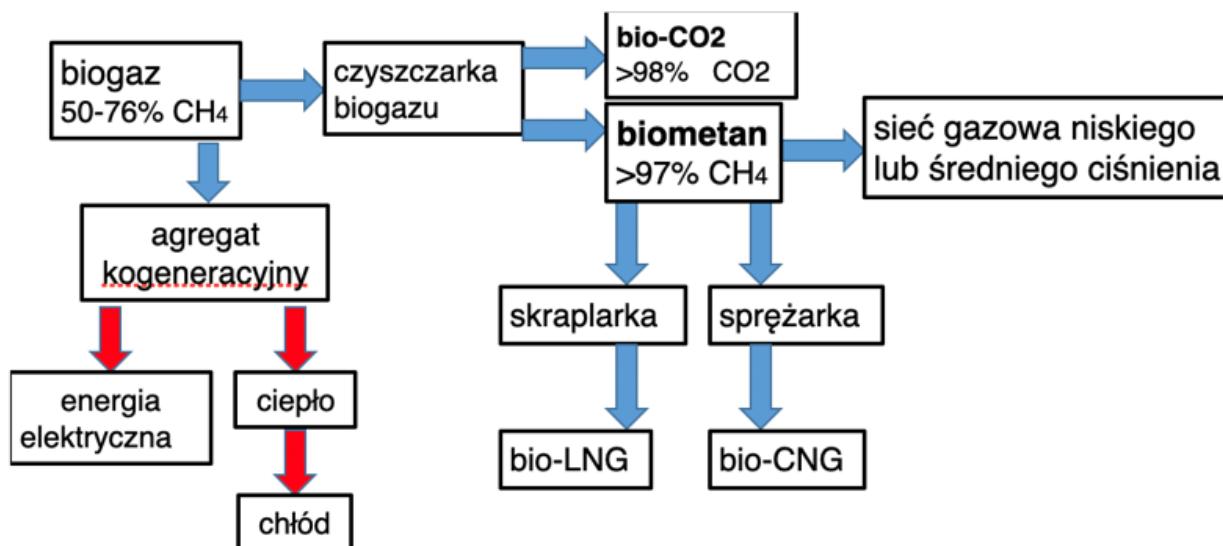


Główne budynki i budowle wchodzące w skład biogazowni

- Strefa substratów: silosy, zbiorniki naziemne i podziemne, urządzenia do wstępnego przygotowania, przenośniki, pompy, opcjonalnie – higienizator
- Strefa fermentacji: komory fermentacyjne (materiały, rozwiązania techniczne), system ujmowania biogazu
- Strefa zagospodarowania biogazu – osuszanie, odsiarczanie, CHP, kocioł lub czyszczarka, pochodnia
- Strefa pofermentu

4. Kogeneracja

4.1. Zagospodarowanie biogazu



Sposoby zagospodarowania biogazu

4.2. Spalanie biogazu w kotłach i modułach kogeneracyjnych

Spalanie – proces tlenowy prowadzący do konwersji energii chemicznej zawartej w paliwie na energię cieplną. Spalanie w kotłach – ogrzewanie lub procesy technologiczne. Spalanie w układach kogeneracyjnych – konwersja na energię elektryczną i ciepło w proporcji około 1:1,2 (ciepło ze spalin i chłodzenia silnika). Kogeneratory są skalowalne (od kilkudziesięciu kW do kilku MW), najbardziej powszechne. Problemy – uzyskanie pozwolenia na przyłączenie do sieci elektroenergetycznej, racjonalne zagospodarowanie ciepła. W przypadku wysokosprawnej kogeneracji obowiązek wykazania zagospodarowania ciepła jest podstawą ceny prądu. Sprawność kogeneracji można obliczyć, dzieląc całkowitą energię włożoną przez wytworzoną moc elektryczną: $\eta_{CHP} = E_i / E_p$

4.3. Oczyszczanie biogazu

Biometan o parametrach zgodnych z wymogami operatora sieci (ciepło spalania, wartość opałowa) może być do niej zatłoczony po uzyskaniu decyzji o przyłączeniu do sieci (obecnie w Polsce 2 biogazownie).

Po skropleniu biometan może być stosowany jako bioLNG w pojazdach przystosowanych do spalania LNG (rozwiązanie powszechne w np. Skandynawii). Metody uzdatniania biogazu do postaci biometanu: szorowanie wodą, absorpcja, peeling fizyczny, różna rozpuszczalność H_2S i CO_2 , chemiczne oczyszczanie (aminy), adsorpcja, membrany, adsorpcja zmiennie-temperaturowa - zmiany temperatury na różnych etapach procesu, separacja kriogeniczna - różne temperatury wrzenia CO_2 i C. Oczyszczony i skroplony biometan może służyć do zasilania silników pojazdów (bioLNG).

5. Poferment

5.1. Co to jest poferment?

Pozostałość pofermentacyjna, poferment, produkt pofermentacyjny, pulpa, odpad pofermentacyjny zawiera biomasę bakterii metanowych, nieprzefermentowane związki organiczne, składniki mineralne. Poferment ma charakter zawiesiny, można odseparować część stałą od ciekłej i zagospodarować oddzielnie lub łącznie.

5.2. Czynniki wpływające na skład pofermentu

Poferment z każdej biogazowni ma nieco inny skład, na co wpływ mają następujące czynniki:

- substraty
- HRT
- temperatura procesu
- mieszanie
- sposób przechowywania

- czas przechowywania
- sposób rozdysponowania na polu

5.3. Aspekty techniczne nawozowego wykorzystania pofermentu

Dawka pofermentu określana jest na podstawie zawartości N, zgodnie z przepisami wynikającymi z Ustawy o nawozach i nawożeniu. Przy sporządzaniu planów nawozowych należy uwzględniać ilość składnika działającego, na podstawie obliczeń. Również terminy stosowania pofermentu na polu wynikają z ww. ustawy. Poferment może być separowany na frakcję stałą i ciekłą, które różnią się składem i sposobem stosowania:

- frakcja stała – rozrzutnik
- frakcja ciekła – deszczowanie, rozlewanie przy użyciu wozów asenizacyjnych (płytki rozbryzgowo, węże wleczone, aplikacja dogłębowa – wady i zalety).

5.4. Uwarunkowania prawne nawozowego wykorzystania pofermentu

Poferment jako odpad

Odpad – „każda substancja lub przedmiot, której posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do pozbycia której jest obowiązany”.

Poferment z biogazowni rolniczych (zgodnie z katalogiem odpadów):

19 06 05 – Ciecze z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych

19 06 06 - Przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów roślinnych i zwierzęcych

Proces odzysku R10 - obróbka na powierzchni ziemi przynosząca korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015, poz. 132).

Poferment jako nawóz lub środek poprawiający właściwości gleby

Procedura uzyskania pozwolenia MRiRW na wprowadzanie do obrotu nawozów organicznych lub środków poprawiających właściwości gleby, produkowanych z pofermentu.

Produkt pofermentacyjny w świetle specustawy biogazowej

Produkty pofermentacyjne – przeznaczone do rolniczego wykorzystania płynne lub stałe substancje organiczne powstające w wyniku procesu produkcji biogazu rolniczego w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2022 r. poz. 1378, 1383, 2370 i 2687 oraz z 2023 r. poz. ...) wytworzonego z:

a) biomasy w postaci odchodów zwierzęcych, słomy i innych, niebędących niebezpiecznymi, naturalnych substancji pochodzących z produkcji rolniczej lub leśnej lub

b) innych substratów służących do produkcji biogazu niezagrażających zdrowiu ludzi, zwierząt lub środowisku określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 4 ust. 3 ustawy z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu

Produkt nawozowy UE

Przepisy w tym zakresie zawarte są w: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2019/1009. Produkt nawozowy UE wymaga przeprowadzenia oceny zgodności – proces wykazujący, czy zostały spełnione wymogi Rozporządzenia (UE) 2019/1009 dotyczące produktu nawozowego UE.

Zakres, sposób i podmiot uprawniony do przeprowadzenia oceny zgodności dla produktów nawozowych powstałych z pofermentu zależy od substratów:

- CMC 4 – produkty pofermentacyjne ze świeżych roślin
- CMC 5 – produkty pofermentacyjne inne niż CMC4

Z CMC 5 można wytwarzać:

- PFC1 – nawóz
- PFC 3 – polepszacz gleby

6. Prawo i administracja

6.1. Procedura uzyskania pozwoleń

Dokumenty związane z uzyskaniem pozwoleń – KIP, raport OOŚ – podstawy prawne, zakres, obowiązki sporządzania. Podstawy prawne:

- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko,
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839)
- Ustawa z dnia 13 lipca 2023 r. o ułatwieniach w przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie biogazowni rolniczych, a także ich funkcjonowaniu (Dz. U. poz. 1597)

6.2. Obowiązki wytwórcy biogazu rolniczego względem KOWR

Wytwórca biogazu rolniczego, chcący zarejestrować się w KOWR składa stosowny wniosek.

Wytwórca biogazu rolniczego (zgodnie z rejestrem) jest zobowiązany do składania kwartalnych raportów, zgodnie z formularzem.

6.3. Dokumenty związane z gospodarką pofermentem w zależności od jego kategorii

Wytwórca biogazu rolniczego, spełniający wymogi zawarte w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 października 2023 r. w sprawie szczegółowej listy substratów możliwych do wykorzystania w biogazowni rolniczej, ma prawo stosować poferment jako produkt pofermentacyjny i zgłosić jego użycie do właściwej WIORiN.

7. Eksploatacja i konserwacja

Główne obszary związane z eksploatacją biogazowni:

- substraty – dobór, logistyka dostaw, przechowywanie, wstępne przygotowanie, dozowanie, utrzymanie porządku, zagrożenia ze strony szkodników i ptaków i przeciwdziałanie

- maszyny i urządzenia – wyposażenie związane z produkcją biogazu i energii oraz wyposażenie pozostałe – pojazdy transportu wewnętrznego i zewnętrznego, maszyny rolnicze – obsługa, konserwacja, sterowanie, serwisowanie
- zagospodarowanie biogazu – systemy oczyszczania biogazu, pochodnia jako element bezpieczeństwa i ochrony środowiska; kogenerator – serwisowanie, praca ciągła i okresowa
- bezpieczeństwo osobiste i procesowe – ocena zagrożeń, systemy zarządzania bezpieczeństwem, zagrożenia technologiczne (wybuchowość, korozja niskotemperaturowa)

Pojęcia związane z bezpieczną eksploatacją instalacji

Analiza zagrożeń	Identyfikacja niepożądanych wydarzeń prowadzących do powstania zagrożenia. Określenie mechanizmu powstawania, skali, wielkości, częstotliwości i ich następstw.
Awaria	Niekontrolowane zmiany prowadzące do strat w działalności przemysłowej (w procesie produkcji, przechowywania, transportu).
Bezpieczeństwo	Brak niemożliwego do zaakceptowania ryzyka dla ludzkiego zdrowia, życia, majątku lub dla środowiska. Układy bezpieczeństwa funkcjonalnego składają się z trzech elementów 1. czujnik (przetwornik); 2. odpowiedni układ logiczny (często programowalny); 3. elementy wykonawcze.
Bezpieczeństwo funkcjonalne	Dziedzina inżynierii, zajmująca się zapobieganiem zagrożeniom poprzez odpowiednio zaprojektowane zabezpieczenia o ściśle określonych funkcjach. Zaprojektowana funkcja musi być precyzyjnie pełniona w ściśle określonych warunkach realnego zagrożenia i w określonym czasie. Od precyzji tego działania zależy bezpieczeństwo ludzi, instalacji i środowiska.
Bezpieczeństwo procesowe	Bezpieczeństwo w realizacji procesów przemysłowych (nie powstawanie strat w toku produkcji).

8. Warsztaty biogazowe - wizyta studyjna w biogazowniach

Wizyta będzie obejmować zapoznanie się z budynkami, budowlami, wyposażeniem funkcjonującej biogazowni rolniczej, procesami jakie w niej zachodzą, zgodnie z cyklem produkcji: magazyny substratów, waga samochodowa, urządzenia transportowe, zbiorniki wstępne, komory fermentacyjne, instalacje do zagospodarowania biogazu, systemy sterowania, zbiorniki na poferment, urządzenia i maszyny służące do nawozowego wykorzystania pofermentu.