

SCENARIUSZ LEKCJI: ENERGIA BIOMASY

Cel główny:

zapoznanie uczniów z informacjami o energii biomasy

Cele operacyjne:

Uczeń:

- rozumie pojęcia: odnawialne źródła energii, ciepło, strumień ciepła, biomasa,
- opisuje potrzebę stosowania proekologicznych źródeł energii,
- potrafi wymienić źródła energii odnawialnej i nieodnawialnej, wyjaśnia, na czym polega różnica między nimi, umie ocenić potencjał wykorzystania odnawialnych energii w Polsce
- wskazuje korzyści wynikające z wykorzystywania zasobów biomasy,
- potrafi krótko scharakteryzować rodzaje biomasy,
- potrafi wymienić przykłady technologii przetwarzania biomasy na energię,
- potrafi podać wady i zalety wykorzystania biomasy.

Czas trwania zajęć: 45 minut

Środki dydaktyczne:

tablica, kreda, karta pracy, komputer z programem Excel lub kalkulator,

Metody:

Wykład, dyskusja, praca w grupach, pogadanka

Przebieg zajęć:

1. Prowadzący prosi uczniów, aby wymienili znane im źródła energii. Następnie prosi, aby uczniowie spróbowali przyporządkować wymienione źródła do dwóch grup: „odnawialne źródła energii” i „nieodnawialne źródła energii” np. zapisując na tablicy. Jeśli uczniowie nie wymienili wszystkich istotnych źródeł energii, prowadzący je omawia i dopisuje do tabelki na tablicy.
2. Prowadzący prosi uczniów o wymienienie odnawialnych źródeł energii. Omawia wielkość zasobów odnawialnych źródeł energii, rodzaje zanieczyszczeń które im towarzyszą, przybliża techniczne sposoby pozyskania energii z tych źródeł.
3. Prowadzący dyskutuje z uczniami na temat zalet i wad różnych źródeł energii.
4. Nauczyciel przeprowadza z uczniami pogadankę na temat biomasy stałej, ciekłej i gazowej oraz omawia sposoby przetwarzania biomasy na energię.
5. Prowadzący omawia zużycie biomasy w Europie, w Polsce i Niemczech.

6. Nauczyciel omawia przykłady nowoczesnych rozwiązań wykorzystywania wykorzystywania biomasy w Polsce i poza granicami kraju. Wraz z uczniami szuka w dostępnych źródłach informacji o zastosowaniu biomasy
7. Prowadzący przedstawia wady i zalety stosowania biomasy.

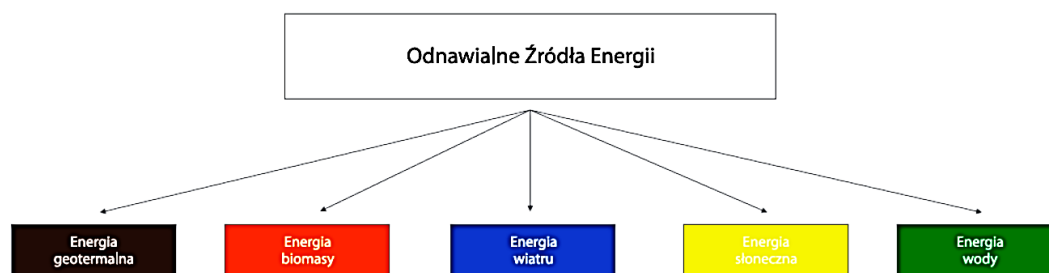
Podsumowanie

Prowadzący podsumowuje zajęcia zwracając uwagę na możliwości wykorzystania omawianych źródeł energii, w tym energii biomasy, w gospodarce energetycznej Polski i świata.

INFORMACJE, POJĘCIA, DEFINICJE

1. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Odnawialne źródła energii to takie, których zasoby wykorzystywane do produkcji energii cieplnej, elektrycznej czy mechanicznej nie zmniejszają się bądź ich odnawianie następuje w krótkim czasie (np. biomasa). Ponieważ każde ze źródeł energii jest odmienne od pozostałych nie można jednoznacznie ich zdefiniować.



Rys. 1 Podstawowy podział odnawialnych źródeł energii

Paliwa kopalne ulegają szybkiemu wyczerpaniu oraz w znacznym stopniu przyczyniają się do zanieczyszczenia środowiska naturalnego i dlatego coraz większy nacisk kładzie się na zwiększanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Są one nie tylko dostępne dla każdego, ale dodatkowo nie powodują zanieczyszczenia środowiska naturalnego (lub zanieczyszczają w małym stopniu). Nie zawsze jednak dane źródło da się w pełni wykorzystać, mimo że jest powszechnie dostępne. Często występują ograniczenia techniczne bądź ekonomiczne, które decydują o tym czy dane źródła będą wykorzystywane.

Tabela 1 Porównanie konwencjonalnych i odnawialnych źródeł energii

	Energia nieodnawialna	Energia odnawialna
Źródła	węgiel kamienny węgiel brunatny gaz ziemny ropa naftowa łupki bitumiczne pierwiastki promieniotwórcze	energia słoneczna energia wodna energia geotermalna energia wiatru biomasa biogaz
Zasoby	wyczerpalne	niewyczerpalne
Zanieczyszczenie środowiska	duże	znikome (małe)
Instalacje techniczne	elektrociepłownie ciepłownie kotłownie węglowe i gazowe silniki reaktory jądrowe	kolektory słoneczne fotoogniwa instalacje geotermalne instalacje wiatrowe biogazownie kotłownie na biomasę

2. CO TO JEST BIOMASA?

Biomasa to materia pochodzenia organicznego. Jej energię możemy wykorzystywać spalając ją, rozkładając lub przekształcając chemicznie.



Rys. 2 Baloty słomy i plantacja trzciny cukrowej

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Biomasa>

Biomasa należy do najstarszych paliw wykorzystywanych do celów energetycznych, głównie do produkcji ciepła. Biomasa obejmuje więc substancję organiczną wszelkiego rodzaju (roślinną i zwierzęcą), jak i wszystkie substancje otrzymane w wyniku przerobu tych surowców.

Biomasa jest produktem procesu fotosyntezy, podczas której energia słoneczna jest gromadzona w roślinach w postaci energii chemicznej.

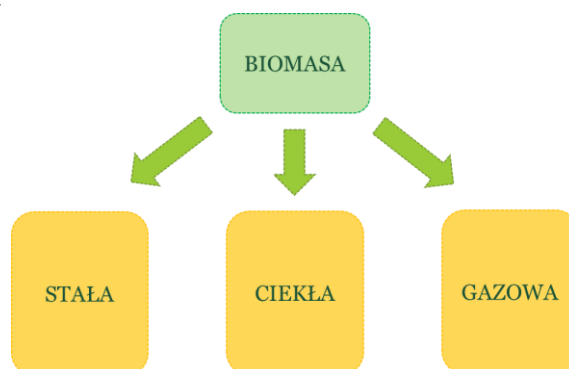


Rys. 3 Przebieg fotosyntezy w przyrodzie

Przy udziale promieniowania słonecznego pobrany z powietrza dwutlenek węgla, wodę i sole mineralne pobrane z gruntu rośliny wykorzystują do budowy swoich komórek – następuje wzrost rośliny. Energię zawartą w roślinach możemy odzyskać spalając je i pozyskując ciepło, które można również zamienić na energię elektryczną.

3. KLASYFIKACJA BIOMASY

Biomasę, pod względem stanu skupienia, można podzielić na trzy grupy: biomasę stałą, biomasę ciekłą i gazową.



a. Biomasa stała

Biomasa stała to najczęściej:

➤ drewno opałowe (biomasa drzewna):

- wióry,
- trociny,
- zrębki,
- pellety,
- brykiety,



Wióry, trociny



Zrębki



Pellety



Brykiety

Rys. 4 Rodzaje biomasy drzewnej

<https://www.istockphoto.com/pl>, <https://allegro.pl/oferta/zrebki-wedzarnicze-buk-olcha>, <https://sprzedajemy.pl/>,
<http://www.brykietpol.ig.pl/brykiety-produkcja-sprzedaz>

➤ pozostałości z rolnictwa:

- słoma zbóż,
- słoma rzepaku
- słoma traw

**Słoma zbóż****Słoma traw****Rys. 5 Pozostałości z rolnictwa**

<https://pixabay.com/pl/>, <https://pxhere.com/pl/photo/592731>

➤ rośliny energetyczne:

❖ trawiaste,

- miskant olbrzymi
- miskant chiński
- miskant cukrowy

❖ drzewiaste

- wierzba,
- topola,
- róża wielokwiatowa

**Miskant olbrzymi****Miskant cukrowy****Wierzba energetyczna****Topola energetyczna****Rys. 6 Rośliny energetyczne**

<https://www.podkarpackiesady.pl>, <https://zielonyogrodek.pl/katalog-roslin>, <https://muratordom.pl/galeria/wierzba-energetyczna/>, <https://fajnyogrod.pl/porady/topola-energetyczna>

➤ inne w tym:

- makulatura
- drzewiaste odpady z zakładów meblarskich i tartaków
- pestki, łupiny orzechów

**Makulatura****Skorupy orzecha włoskiego****Palety****Rys. 7 Inne przykłady biomasy stałej**

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Makulatura>, <https://www.istockphoto.com/>, <https://pixabay.com/pl/>

b. Biomasa ciekła

Biomasa ciekła powstaje w wyniku naturalnych procesów przetwarzania szczątków roślin czy zwierząt. Materia organiczna znajdująca się w odpadach ulega rozkładowi (fermentacja alkoholowa) i w wyniku tego procesu powstają biopaliwa.

**Metanol****Etanol****Biodiesel****Benzyna****Bioolej****Rys. 8 Przykłady biomasy ciekłej**

<https://www.chmes.pl/produkt/metanol/>, <https://www.hurtowniaprzemyslowa.pl/etanol-alkohol-etylowy-skazony-disinfect-99-5l-p-9362.html>, <https://de.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>, <https://avtotachki.com/pl/biotoplivo-i-ego-skoraya-izvestnost-autorubik/>, <https://www.gramwzielone.pl/bioenergia/8202/bioolej-czyli-pomysl-na-wykorzystanie-biomasy>

Biomasa ciekła to najczęściej:

- bioalkohole
 - metanol,
 - etanol
- biodiesel (paliwo głównie z rzepaku)
- paliwa płynne:
 - benzyna,
 - bioolej

c. Biomasa gazowa

Powstaje w wyniku naturalnych procesów przetwarzania szczątków roślin czy zwierząt. Materia organiczna znajdująca się w odpadach ulega rozkładowi bez dostępu tlenu (fermentacja beztlenowa) i w wyniku tego procesu uwalniają się biogazy.

Biomasa gazowa to najczęściej:

- biogaz rolniczy
 - fermentacja gnojowicy,
- biogaz wysypiskowy
- biogaz z fermentacji osadów ściekowych,
- biogaz z fermentacji odpadów przemysłu spożywczego



Biogazownia ze świńskiej gnojowicy



Odgazowanie składowiska śmieci



Odzysk energii z osadów ściekowych



Biogazownia

Rys. 9 Przykłady biomasy gazowej

<https://agronews.com.pl/>, <https://sozosfera.pl/odpady/system-odgazowania-skladowiska-jak-przygotowac-specyfikacje-cz-ii/>, <https://inzynierbudownictwa.pl/odzysk-energii-z-osadow-sciekowych-fermentacja-metanowa/>, <https://www.wnp.pl/energetyka/polskie-biogazownie-w-tyle-szansa-na-dogonienie-niemiec,507076.html>

4. TECHNOLOGIA PRZETWARZANIA BIOMASY NA ENERGIĘ

a. Spalanie

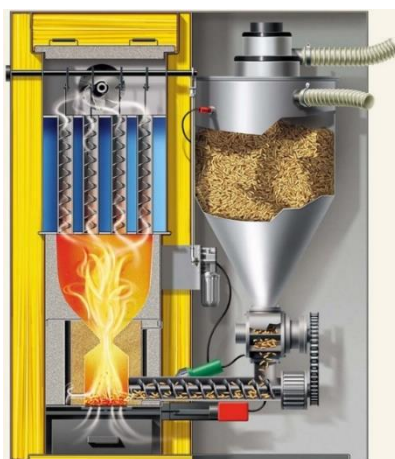
Energię zawartą w biomase można pozyskać na kilka sposobów. Najprostszym i najczęściej wykorzystywanym sposobem jest jej **spalanie**. Można w ten sposób wytworzyć zarówno energię cieplną jak i energię elektryczną. Spalana może być biomasa we wszystkich stanach skupienia.



Rys. 10 Palenisko kotła

<https://www.castorama.pl/roznice-miedzy-kotlem-gornego-i-dolnego-spalania-ins-107.html>

Spalając materię organiczną uzyskujemy energię cieplną, która może posłużyć do produkcji energii elektrycznej. Używa się do tego najczęściej odpadów drewna, słomy, niektórych odpadów domowych, rolniczych i przemysłowych. Ilość emitowanego CO₂ w wyniku spalania jest równa jego asymilacji przez okres wzrostu rośliny.



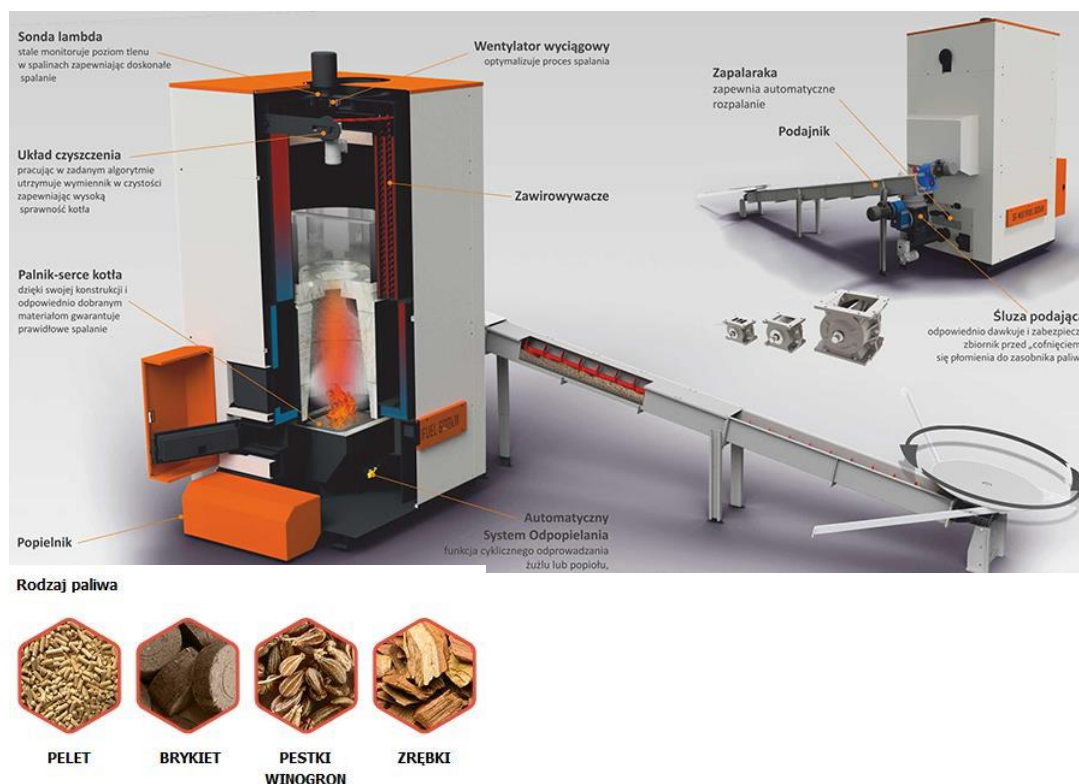
Rys. 11 Kocioł na pellet z automatycznym podajnikiem paliwa

<http://www.amminvestments.pl/rpo/piece-na-pellet/>

Bezpośrednie spalanie biomasy – może być przeprowadzone:

- w paleniskach otwartych np. ogniskach
- zamkniętych – w odpowiednich kotłach.

Biomasę można spalać bezpośrednio, jako paliwo samodzielne lub dodawać ją np. do węgla. Spalanie biomasy z węglem sprawia, że do powietrza dostaje się mniej szkodliwych gazów i pyłów.



Rys. 12 Kocioł na biomasę (producent Ekogreń) z podajnikiem ślimakowym

<https://piec.com.pl/kociol-na-biomase-eg-multifuel-40kw-p-572.html>

W Elektrociepłowni Szczecin podstawowym urządzeniem wytwórczym jest kocioł zasilany biomasą o wydajności pary 230t/h i mocy w paliwie 183 MW_t oraz turbina upustowo-ciepłowniczo-kondensacyjna, stanowiące blok nr 1. Moc elektryczna bloku wynosi 68,5 MW_e, zaś cieplna 120 MW_t. Instalacja ta jest od 2011 r. największym producentem „zielonej energii” w aglomeracji szczecińskiej. Realizacja inwestycji przyczyniła się do radykalnego ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery w porównaniu do eksploatowanych przed inwestycją kotłów węglowych.



Rys. 13 Elektrociepłownia Szczecin (PGE Energia Ciepła S.A.)
z największym w Polsce kotłem na biomasę

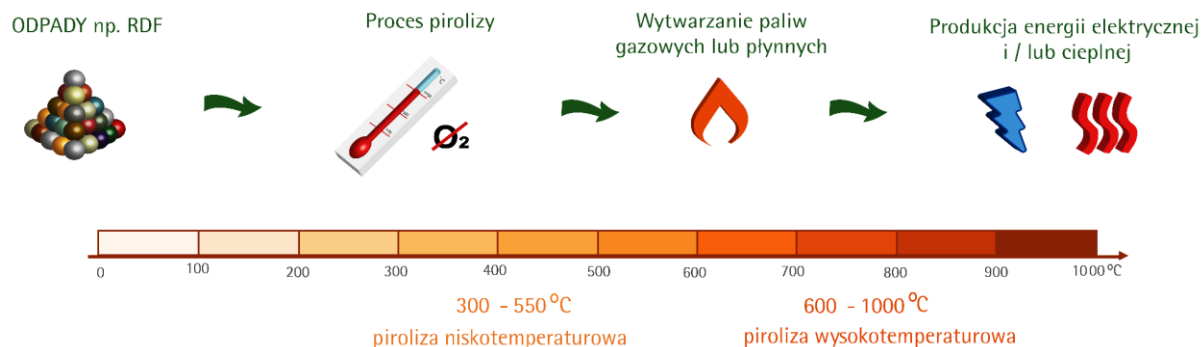
<https://pgeenergiaciepla.pl/spolki-i-oddzialy/elektrociepownie/pge-energia-ciepla-oddzial-w-szczecinie>

b. Piroliza

Piroliza jest to proces rozkładu substancji organicznej bez udziału tlenu. Powstaje biopaliwo ciekłe zwane bioolejem:

- paliwa silnikowe,
- olej opałowy.

Właściwości powstałego biooleju zależą od rodzaju biomasy – jej składu oraz sposobu prowadzenia procesu pirolizy, czyli temperatury procesu, czasu, obecności wody, tlenu i gazów.



Rys. 14 Przebieg pirolizy

<https://elpiro.pl/piroliza-i-jej-rodzaje/>



Rys. 15 Zakład pirolitycznego rozkładu odpadów komunalnych Minden (Niemcy)

<https://www.waste.ccacoalition.org>

Rys. 16 Zakład pirolitycznego rozkładu odpadów MEE-Anlage Schwerin (Niemcy)

<https://www.waste.ccacoalition.org>

c. Gazyfikacja

Podobnie jak spalanie, gazyfikacja jest procesem zachodzącym w wysokiej temperaturze 1200-1400 °C. W wysokiej temperaturze przy ograniczonym dostępie tlenu lub powietrza zachodzi przemiana biomasy której jednak produktem nie jest ciepło, lecz gaz.

Wytworzony gaz dopiero po spaleniu dostarcza energii cieplnej. Poza wytwarzaniem ciepła, gaz ten może być wykorzystywany także w:

- kuchenkach gazowych
- turbinach do wytwarzania energii elektrycznej
- maszynach wykonujących pracę mechaniczną.

Charakterystyka układu do gazyfikacji biomasy małych mocy, przedstawionego na rysunku 17:

- Rodzaj paliwa – zrębki i odpady drzewne
- Wielkość – średnica 10 mm, długość 10mm. Maksymalna średnica 60 mm maksymalna

długość 75mm

- Wilgotność – poniżej 20%
- Podawanie materiału – mechaniczne/ręczne
- Częstość podawania – co 30 - 45 minut
- Usuwanie popiołu – ciągłe, system usuwania węgla drzewnego
- Chłodzenie gazu – Płuczka gazowa
- Czystczenie gazu – filtry



Rys. 17 Gazyfikacja biomasy małych mocy

http://www.est.net.pl/i_gazyfikacja_biomasy.html

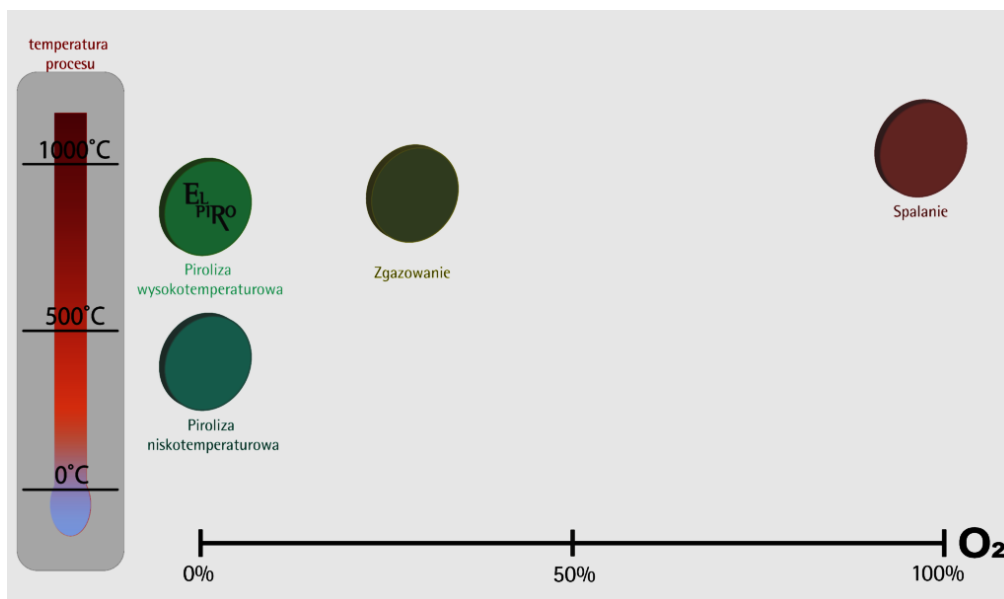
d. Zgazowanie

Zgazowanie jest to proces polegający na rozkładzie biomasy o dużej zawartości węgla do paliwa gazowego. Ilość dostarczanego powietrza, tlenu lub pary wodnej jest kontrolowana. W tym procesie z biomasy powstaje gaz syntezowy (mieszanina głównie wodoru i tlenku węgla). Wytworzone gazy można spalać i produkować w ten sposób energię elektryczną.



Rys. 18 Zgazowywacz biomasy (Qingdao Kexin Nowa Technologia Energetyczna Co., Ltd)

<http://pl.gasifierchina.com/>



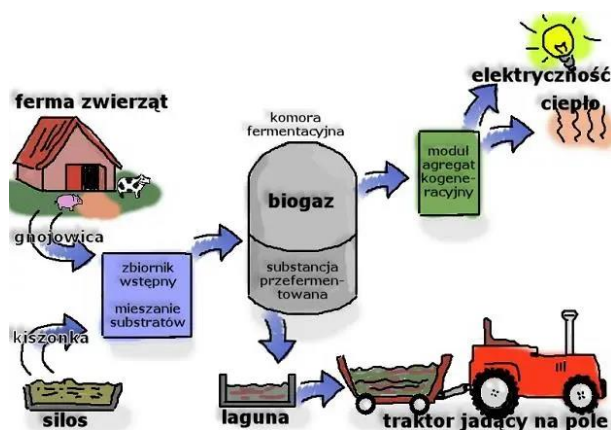
Rys. 19 Porównanie procesów pirolizy, zgazowania oraz spalania

<https://elpiro.pl/zgazowanie-odpadow/>

e. Fermentacja beztlenowa

W wyniku fermentacji beztlenowej (metanowej) powstaje biogaz, którego głównym składnikiem jest:

- metan,
- dwutlenek węgla,
- azot.



Rys. 20 Schemat produkcji i wykorzystania biogazu

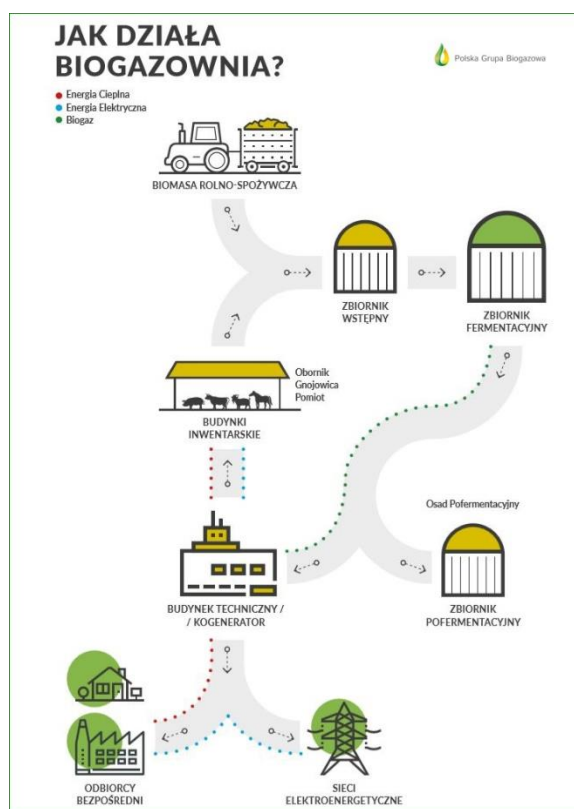
<https://martynaglow.wordpress.com/2012/02/16/biomasa-i-biogaz/>

Podczas fermentacji ponad połowa odpadów organicznych zamieniana jest w biogaz. Spalając biogaz można uzyskać energię cieplną lub elektryczną. W gospodarstwach hodowlanych powstają znaczne ilości odpadów, które mogą być wykorzystane do produkcji biogazu. Z 1 m³

płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m³ biogazu, a z 1 m³ obornika – 30 m³ biogazu, o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m³. Potencjał biogazu z odchodów zwierzęcych w Polsce wynosi 3310 mln m³, jednak w praktyce instalacje do pozyskania biogazu mają szanse powstać tylko w dużych gospodarstwach hodowlanych.

Rolnicza biogazownia jest instalacją przemysłową, której głównym elementem jest komora fermentacyjna (bioreaktor). Płynne substraty są przepompowywane do zbiornika wstępnego, w którym następuje podgrzewanie lub ochładzanie płynnej masy do odpowiedniej temperatury. Sucha biomasa zaś umieszczana jest w ślimakowym ładowaczu. W kolejnym etapie płynny substrat ze zbiornika wstępnego i sucha biomasa trafiają do komory fermentacyjnej. Fermentor jest całkowicie szczelny i ocieplony od zewnątrz.

We wnętrzu bioreaktora podtrzymywana jest optymalna dla bakterii temperatura (ok. 37°C). W wyniku fermentacji powstają dwa produkty: biogaz oraz bio-nawóz (w stanie płynnym i kompostowym). Biogaz przechowywany jest w specjalnych zbiornikach, odsiarczany i osuszany, a następnie podawany do układu kogeneracyjnego (kogeneracja = produkcja energii elektrycznej i energii cieplnej). Część wyprodukowanej energii elektrycznej i cieplnej wykorzystuje się na potrzeby technologiczne biogazowni, natomiast pozostała ilość sprzedawana jest odbiorcom zewnętrznym. Bio-nawóz to przefermentowana mieszanina użytych substratów, która stosowana jest do nawożenia pól uprawnych.



Rys. 21 Schemat produkcji i wykorzystania biogazu - jak działa biogazownia

<https://polskagrupabiogazowa.pl/>



Rys. 22 Biogazownia rolnicza Brzeżno (woj. zachodniopomorskie)

<https://biogazowniabrzezno.pl/images.html>

f. Fermentacja alkoholowa

W fermentacji alkoholowej enzymy wytwarzają alkohol etylowy i dwutlenek węgla. Powstały alkohol, po usunięciu z niego wody, może być dodawany do benzyn. Jeśli chodzi o postać ciekłą, to największe znaczenie mają alkohole produkowane z roślin o dużej zawartości cukru oraz biodiesel produkowany z roślin oleistych.

W wyniku fermentacji, hydrolizy lub pirolizy na przykład kukurydzy czy też trzciny cukrowej otrzymuje się etanol i metanol – biopaliwa, które mogą być następnie dodawane do paliw tradycyjnych.

Następujący współcześnie szybki rozwój transportu ma swoje dobre i złe strony. Do tych ostatnich należą powodowane przez transport zanieczyszczenia. To transport odpowiada za około jedną czwartą emisji dwutlenku węgla (CO_2), przy czym aż 80% tej sumy przypada na transport drogowy. W trosce o środowisko naturalne ludzie coraz częściej zwracają się ku alternatywom dla tradycyjnych paliw. Jedną z takich alternatyw są biopaliwa płynne.

g. Oleje roślinne

Biodiesel jest biopaliwem otrzymywanym z olejów roślinnych bądź tłuszczów zwierzęcych. Nadaje się do stosowania w silnikach diesla, przy czym jego spalanie jest znacznie bardziej przyjazne środowisku - emitowanych jest mniej szkodliwych substancji chemicznych niż przy spalaniu oleju napędowego.

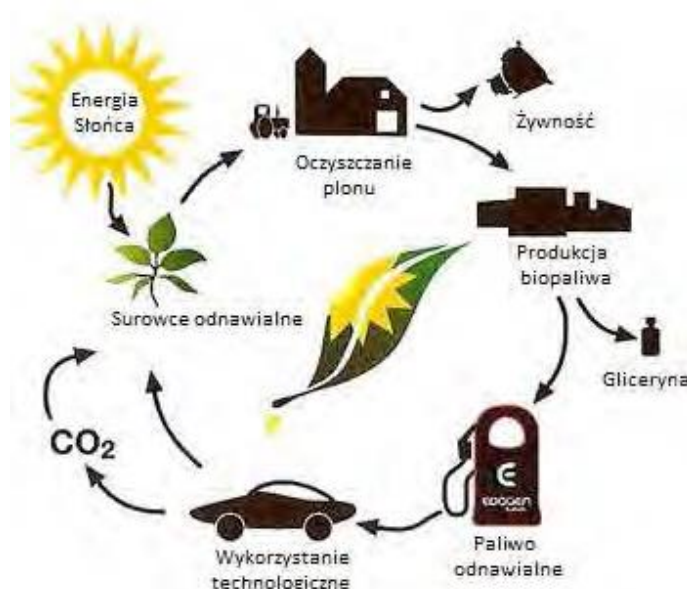
Biodiesel otrzymywany jest głównie z oleju z rzepaku (także z innych olejów roślinnych lub tłuszczu zwierzęcego), metanolu i katalizatora (np. KOH). W odróżnieniu od normalnego oleju napędowego, biodiesel jest paliwem biodegradowalnym i nietoksycznym, jego wykorzystanie powoduje znaczne obniżenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery. Nadaje się on do wykorzystania prawie wszędzie tam, gdzie dziś stosuje się olej napędowy.



Rys. 23 Znak graficzny biodiesla

<https://www.shutterstock.com/pl/search/biodiesel>

Technologię przetwarzania biomasy na energię przedstawiono na rysunku 24.



Rys. 24 Cykl produkcji i wykorzystania biodiesla

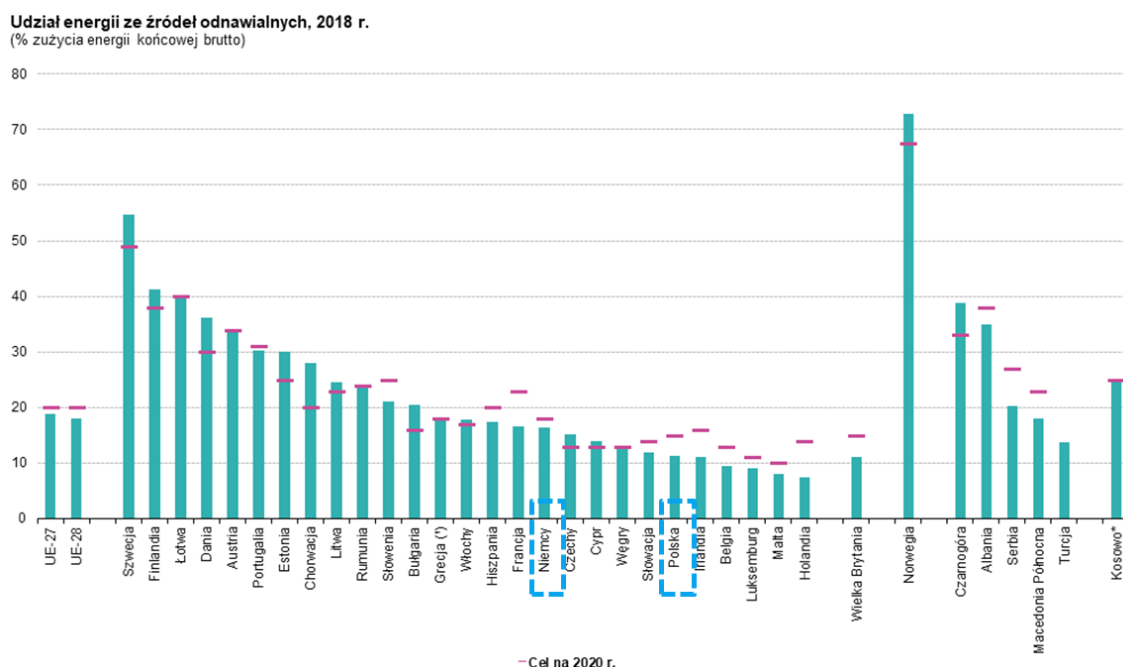
("The Clean Burning Alternative Fuel")

<https://sustain.ubc.ca>

5. ZUŻYCIE BIOMASY STAŁEJ W EUROPIE W 2018 ROKU

Zastosowanie energii ze źródeł odnawialnych niesie ze sobą wiele potencjalnych korzyści, w tym zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, dywersyfikację dostaw energii i zmniejszoną zależność od rynków paliw kopalnych (w szczególności ropy naftowej i gazu). Rozwój odnawialnych źródeł energii może też stymulować wzrost zatrudnienia w UE przez tworzenie miejsc pracy w sektorze nowych zielonych technologii.

Na wykresie (kolejny slajd) przedstawiono dane statystyczne dotyczące udziału energii ze źródeł odnawialnych ogółem w krajach Unii Europejskiej (UE). Do odnawialnych źródeł energii należą: energia wiatrowa, energia słoneczna (cieplna, fotowoltaiczna i skoncentrowana), energia wodna, energia pływów, energia geotermiczna, energia ciepła otoczenia wychwycona przez pompy ciepła, biopaliwa i odnawialna część odpadów.



Rys. 25 Udział energii ze źródeł odnawialnych w krajach Unii Europejskiej, 2018 r.
 (% zużycia energii końcowej brutto), różowy kolor – cel na rok 2050
 Eurostat (nrg_ind_ren)

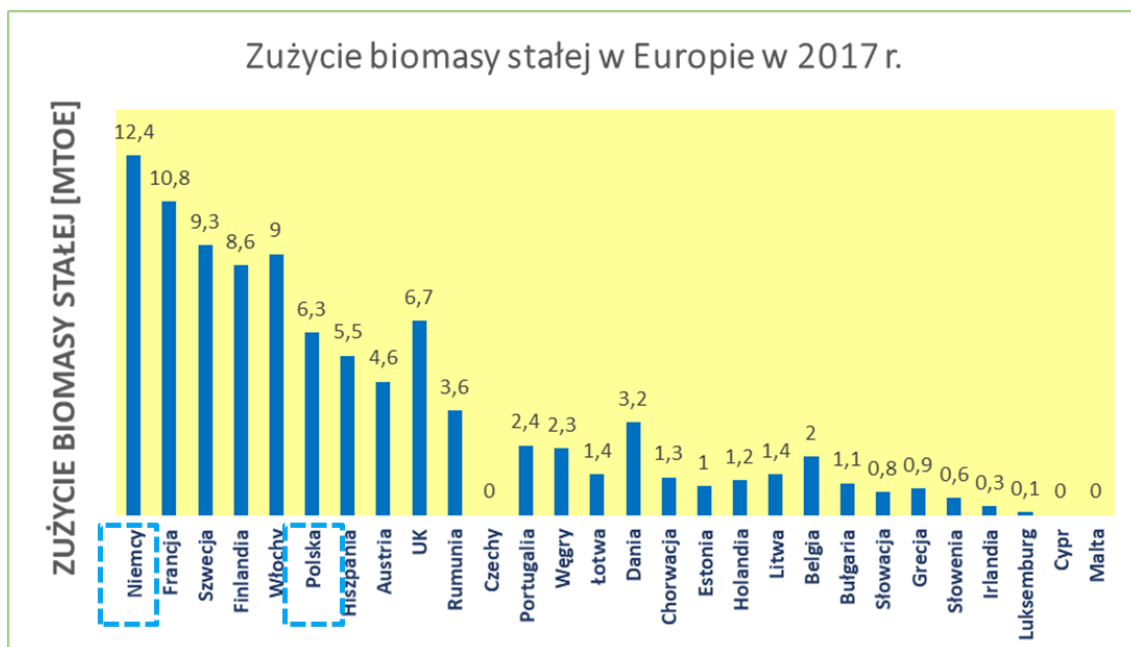
6. ZUŻYCIE BIOMASY STAŁEJ W EUROPIE W 2017 ROKU

W Europie zużycie energii pierwotnej w 2017 r. pochodzącej z biomasy to około 100 Mtoe. Pod względem produkcji energii pierwotnej brutto i zużycia biomasy stałej Niemcy zajmują 1 miejsce a Polska - 6 miejsce w Europie!

W niektórych krajach Europy konsumpcja biomasy jest stała:

- Polska (279 ktoe),
- Francja, w tym terytoria zamorskie (218 ktoe),
- Węgry (117 ktoe).
- Najbardziej znaczące wzrosty konsumpcji biomasy stałej można przypisać:
- Włochom (521 ktoe),
- Wielkiej Brytanii (423 ktoe),
- Danii (401 ktoe),
- Finlandii (285 ktoe).

- **Mtoe** - Tona oleju ekwiwalentnego – jest to energetyczny równoważnik jednej metrycznej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 10000 kcal/kg. Używana przede wszystkim w energetyce do opisu dużych wartości energii. Używa się też jednostki pochodnej Mtoe = 1 000 000 toe, ktoe = 1 000 toe



Rys. 26 Zużycie biomasy stałej w Europie w 2017 r.

<https://globenergia.pl/raport-wykorzystanie-biomasy-stalej-w-europie-polska-na-6-stym-miejsu/>

Wykres własny

7. ZALETY WYKORZYSTANIA BIOMASY

- Podczas wzrostu rośliny pobierają CO₂ z atmosfery powstały w procesie spalania (zerowy bilans emisji CO₂).
- Niska zawartość siarki w biomase (w porównaniu do paliw kopalnych) sprawia, że do atmosfery dostaje się mniej tlenków siarki podczas spalania.
- Podczas spalania powstaje mało popiołów.
- Dostawy biomasy są praktycznie stałe, istnieje możliwość jej składowania.
- Wykorzystywanie niektórych ścieków i surowców odpadowych np. słomy.
- Rozwija się lokalny rynek pracy, zwiększa się zatrudnienie.
- W niektórych regionach istnieje duży potencjał techniczny (dostępność ziemi uprawnej).
- Możliwe jest zagospodarowanie i wykorzystanie nieużytkowanych terenów pod uprawy.
- Wykorzystanie biomasy przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa energetycznego kraju.

8. WADY WYKORZYSTANIA BIOMASY

- Podczas spalania biomasy powstają tlenki azotu (N_{ox}) i inne zanieczyszczenia oraz pyły.
- Podczas spalania biomasy zanieczyszczonej pestycydami, związkami chloru, czy innymi chemikaliami do atmosfery mogą dostać się związki rakotwórcze.
- Duże zawilgocenie biomasy negatywnie wpływa na efektywność procesu spalania oraz niższą wartość opałow.
- Popiół niektórych biopaliw topi się w temperaturze spalania i może powodować zalepianie rusztów paleniska.
- Zmniejsza się bioróżnorodność oraz jałowienie gleb w wyniku prowadzenia plantacji roślin energetycznych.
- Konieczność poniesienia kosztów prowadzenia uprawy.
- Zajmowanie pod uprawę terenów cennych przyrodniczo.

9. PODSUMOWANIE

- ❖ Biomase warto wykorzystywać z wielu powodów. Paliwo to jest nieszkodliwe dla środowiska: ilość dwutlenku węgla emitowana do atmosfery podczas jego spalania równoważona jest ilością CO_2 pochłanianego przez rośliny, które odtwarzają biomase w procesie fotosyntezy.
- ❖ Niższa niż w przypadku paliw kopalnych jest także emisja dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO).
- ❖ Pozyskując energię z biomasy zapobiegamy marnotrawstwu nadwyżek żywności, zagospodarowujemy odpady produkcyjne przemysłu leśnego i rolnego, utylizujemy odpady komunalne.
- ❖ Wysypisko, na którym składowane jest 100 000 ton odpadów komunalnych w ciągu jednej godziny dostarcza 50 m^3 biogazu – tyle, ile potrzeba do wyprodukowania 90 kW energii elektrycznej i 156 kW energii cieplnej.
- ❖ Woń rozkładających się na wysypisku opadów traci na intensywności, a stan środowiska naturalnego w pobliżu wysypiska ulega znacznej poprawie.
- ❖ Zasoby biomasy są dostępne na całym świecie.
- ❖ Jako źródło energii elektrycznej biomasa jest mniej zawodna niż energia wiatru czy energia Słońca.
- ❖ Uprawy na cele energetyczne pozwalają zagospodarować nieużytki rolne i rekultywować tereny poprzemysłowe.
- ❖ Wykorzystanie biomasy ma pozytywne skutki społeczne, gdyż wzrastający popyt na produkty rolne przyczynia się do tworzenia nowych miejsc pracy na wsi.