

SENARIUSZ ZAJĘĆ

Energia z biomasy

Czas trwania zajęć: 45 minut

Cel główny:

- poznanie odnawialnego źródła energii – biomasy

Cele operacyjne:

Uczeń:

- rozumie pojęcia: odnawialne i nieodnawialne źródła energii,
- wymienia odnawialne *źródła* energii, wie, że biomasa należy do odnawialnych źródeł energii, zna i wymienia rodzaje biomasy stałej, gazowej i ciekłej,
- zna i wymienia zastosowania różnych rodzajów biomasy,
- zna i wymienia rodzaje biogazowni ze względu na stosowany surowiec,
- zna i opisuje schemat pracy biogazowni, rozumie pojęcia: biomasa, uprawy i rośliny energetyczne, fermentacja, biogaz, agropaliwa,
- potrafi wyjaśnić zalety wykorzystania biomasy w porównaniu do konwencjonalnych źródeł energii.

Metody kształcenia:

- burza mózgów,
- pogadanka,
- zajęcia praktyczne,
- metoda projektu,
- pokaz.

Formy pracy:

- indywidualne,
- grupowe,
- zbiorowe.

Środki dydaktyczne: klej, nożyczki, papier, brystol, kolorowy papier, długopisy, kredki, pisaki, naturalne eksponaty: węgiel kamienny, torf, węgiel brunatny, ropa naftowa (olej napędowy, benzyna), drewno kawałkowe, wióry, trociny, słoma, olej rzepakowy (biopaliwo), bulwy topinamburu

**Przebieg zajęć:
klasy I–III SP**

- Prowadzący dzieli uczniów na 4 zespoły, rozdaje im 4 zestawy rozsypanek i prosi o ułożenie wyrazów. Wyjaśnia, że wyrazy utworzą temat zajęć.
- Prowadzący po ułożeniu rozsypanek, wykorzystując „burzę mózgów”, prosi uczniów o podanie skojarzeń, wyjaśnień poszczególnych słów. Prosi uczniów o zapisanie pomysłów na tablicy/flipcharcie.
- Prowadzący prosi uczniów o opowiedzenie, do czego człowiek wykorzystuje energię.
- Prowadzący po przeprowadzeniu pogadanki wraz z uczniami formułuje wniosek, że energia wykorzystywana jest w wielu dziedzinach życia i możemy wyróżnić co najmniej 3 rodzaje energii – elektryczną (prąd), ciepłą i mechaniczną (np. w samochodach).
- Prowadzący prosi o podanie źródeł energii – surowców, z jakich możemy pozyskiwać różne rodzaje energii. Prowadzący prowadzi pogadankę nt. wykorzystania surowców energetycznych w ciągu stuleci. Należy zaznaczyć, że drewno jest surowcem wykorzystywanym do uzyskania energii (ciepła i światła) od stuleci, do dzisiaj istnieją społeczności, które wykorzystują tylko ten rodzaj surowca do uzyskania energii. Ropę naftową oraz węgiel kamienny wykorzystujemy od średniowiecza (hutnictwo żelaza), a węgiel brunatny od XIX w.
- Prowadzący zwraca uwagę na ilość zużywanej energii (wyrażonej w zużyciu drewna) przez człowieka na przestrzeni wieków.
- Prowadzący wprowadza pojęcie odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii. Prowadzący podaje informację, że energia uzyskana z biomasy należy do odnawialnych źródeł.
- Prowadzący wykorzystując „burzę mózgów” prosi uczniów o wyjaśnienie pojęcia „biomasa”.
- Prowadzący wyjaśnia uczniom, że „biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają rozkładowi”
- Prowadzący przedstawia różne rodzaje biomasy stosowanej do uzyskania energii:
 - biomasa stała – np. drewno, wióry, trociny, słoma, ziarno zbóż,
 - biomasa ciekła/biopaliwo – olej wyciskany z ziaren roślin oleistych, który jest dodawany do paliw,
 - biogaz.
- Prowadzący rysuje na tablicy/flipcharcie schemat podziału energii
- Prowadzący prosi uczniów o uzupełnienie poniższego schematu. Wybrani uczniowie uzupełniają schemat na tablicy/flipcharcie, w tym czasie
- pozostali uzupełniają zadanie 2 z karty pracy.
- 13. Prowadzący wyjaśnia uczniom, że obecnie tworzone są specjalne uprawy z roślin, które po spaleniu dadzą dużo energii. Takie uprawy i rośliny nazywane są energetycznymi (Załącznik 3).

Podsumowanie

Prowadzący wykorzystując zebrane eksponaty – surowce energetyczne – prosi uczniów o ich obejrzenie i opisanie, które mają postać stałą, które są płynne oraz w jaki sposób uzyskujemy z nich energię. Prowadzący zwraca uwagę na fakt, że wszystkie surowce mają pochodzenie organiczne. Węgiel i ropa naftowa powstały z materii roślinnej, która była zasypywana ziemią, skałami i pod wpływem ciepła i ciśnienia, w beztlenowych warunkach uległa uwęgleniu. Węgiel i ropa to

nieodnawialne źródła energii. Natomiast drewno i pochodne oraz olej roślinny to biomasa, czyli odnawialne źródło energii.

klasy IV-VIII SP

Uczniów z klas IV–VIII SP obowiązuje zakres treści bez podkreślenia.

- Prowadzący wykorzystując „burzę mózgow” prosi uczniów o podanie informacji/skojarzeń nt. odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii.
- Prowadzący prosi o zapisanie informacji na kartonikach, które uczniowie zawieszają na tablicy magnetycznej/ flipcharcie. Następnie prosi o posegregowanie informacji. Razem z uczniami zostaje wypracowana definicja tych rodzajów energii.
- Prowadzący podaje, że jednym z rodzajów energii odnawialnej jest energia pochodząca z biomasy.
- Prowadzący podaje definicję biomasy wykorzystywanej do pozyskiwania energii według prawa krajowego oraz prawa unijnego.
- Prowadzący prezentuje rodzaje biomasy: stałą, ciekłą i gazową, prosi wybranych uczniów o zanotowanie informacji na tablicy/flipcharcie w formie schematu, według wzoru:
- Prowadzący przedstawia schemat wytwarzania i pozyskiwania energii z biogazu.
- Nauczyciel przedstawia proces inwestycyjny, który musi być przeprowadzony w przypadku budowy biogazowni, ze szczególnym uwzględnieniem konsultacji społecznych.
- Prowadzący prosi uczniów o zastanowienie się, jakie korzyści przynosi budowa biogazowni, korzyści należy pogrupować
- Prowadzący przedstawia kilka lokalizacji instalacji wykorzystujących biomasę do produkcji energii.
- Prowadzący prosi uczniów o zastanowienie się, jakie zalety i wady ma produkcja energii z biomasy.

INFORMACJE, POJĘCIA, DEFINICJE

Energia – skalarna wielkość fizyczna charakteryzująca stan materii jako zdolność do wykonania pracy. Energia występuje w różnych postaciach, np: energia cieplna, kinetyczna, jądrowa.

Energetyka – dział nauki i techniki, ale również gałąź przemysłu, która zajmuje się przetwarzaniem dostępnych form energii na postać łatwą do wykorzystania, np. na energię elektryczną i energię cieplną.

Biomasa – cała istniejąca materia organiczna, pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, ulegająca biodegradacji, czyli rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów.

- Zgodnie z Dyrektywą 2001/77/WE Unii Europejskiej termin „biomasa” oznacza „...podatne na rozkład bio- logiczny frakcje produktów, odpady i pozostałości z przemysłu rolnego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich...”.

- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. termin „biomasa” oznacza „stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym określonych w art. 4 rozporządzenia Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r. ustanawiającego procedury przejścia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż (Dz. Urz. UE L 192 z 19.07.2008, str. 20) i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu...”.

Biogazownia – instalacja służąca do produkcji biogazu z biomasy roślinnej, odpadów z przemysłu rolnego, spożywczego, odchodów zwierzęcych, biologicznego osadu ze ścieków. Wyróżniamy trzy rodzaje biogazowni w zależności od rodzaju materii organicznej, jaka jest używana:

- biogazownia na składowisku odpadów – biogaz powstaje podczas rozkładu części organicznej znajdującej się w odpadach komunalnych, produkcja biogazu na składowisku może trwać nawet 20 lat od momentu zdeponowania odpadów.
- biogazownia rolnicza, wsadem w typowych biogazowniach rolniczych są kiszonka kukurydzy oraz gnojowica, przy czym 75% stanowi kiszonka z kukurydzą, zaś gnojowica 25%. Zaletą tego typu biogazowni jest duża stabilność procesu oraz wysoka wydajność produkcji biogazu.
- biogazownia przy oczyszczalni ścieków, wsadem w biogazowni są osady ściekowe, dzięki fermentacji, dochodzi do neutralizacji bakterii chorobotwórczych, wirusów oraz pasożytów. Z 1 tony mokrych osadów ściekowych można uzyskać od 35 do 280 m³ biogazu, w zależności od składu osadu.

W zależności od liczby etapów procesu technologicznego wyróżniamy:

- jednoetapowe – proces fermentacji prowadzony jest w jednej komorze fermentacyjnej, wszystkie fazy procesu technologicznego przebiegają w jednym zbiorniku.
- dwuetapowe – proces fermentacji prowadzony jest w dwóch komorach fermentacyjnych, np. w przypadku wykorzystania odpadów tłuszczowych. Główną zaletą tego systemu jest wytworzenie dodatkowo około 20% biogazu podczas 2 etapu.
- wieloetapowe – proces fermentacji prowadzony w kilku komorach fermentacyjnych, stosowane dość rzadko ze względu na duże koszty inwestycyjne, zaletą jest uzyskanie większych ilości biogazu i skrócenie czasu trwania fermentacji nawet do 4-6 dni.

Fermentacja – proces enzymatycznych przemian związków organicznych w warunkach beztlenowych, których efektem jest uzyskanie energii. Fermentację przeprowadzają bakterie beztlenowe. W zależności od otrzymanego produktu wyróżniamy kilka rodzajów fermentacji, np. alkoholowa, cytrynowa, masłowa, mlekowa, metanowa.

Rodzaje biomasy:

- biomasa stała:
 - drewno i odpady z przemysłu drzewnego, w tym brykiet lub palety drzewne – produkowane z rozdrobnionych odpadów drzewnych, poprzez ich suszenie, mielenie i prasowanie,
 - uprawy energetyczne – rośliny uprawiane do celów energetycznych,
 - produkty rolnicze i odpady organiczne z rolnictwa, w tym słoma, ziarno (głównie owies),
 - niektóre odpady komunalne i przemysłowe,
 - słoma,
 - torf.
- biomasa gazowa
 - gaz błotny (biogaz) – powstaje w czasie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych na wysypiskach śmieci i przy oczyszczalniach ścieków oraz odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych;
 - w wyniku tego procesu wydziela się metan, dwutlenek węgla i woda, alkohol oraz niższe kwasy organiczne; w efekcie powstaje mieszanina gazów, której głównym składnikiem jest metan, wykorzystywany przez człowieka do produkcji energii elektrycznej i ciepłej,
 - gaz drzewny (halzgas) – powstaje w czasie kontrolowanego termicznego rozkładu drewna przy użyciu powietrza jako czynnika zgazowującego w urządzeniu zwanym gazogeneratorem; składa się przede wszystkim z niepalnego azotu oraz wodoru, tlenu węgla, niewielkiej ilości metanu, dwutlenku węgla i pary wodnej; posiada niższą wartość opałową niż biogaz; może być stosowany do zasilania silników spalinowych i kotłów.
 - c) biomasa ciekła – zgodnie z ustawą biopaliwową (Dz.U. z 2006 r. nr 169, poz. 1199, z późn. zm.) to substancje, które nie spełniają norm jakościowych dla biopaliw i nie zostały przetworzone, zmodyfikowane chemicznie, skomponowane lub uszlachetnione przy użyciu substancji chemicznych lub syntetycznych, dypresatorów lub substancji ropopochodnych:
 - alkohole wytwarzane z roślin o dużej zawartości cukru,
 - oleje roślinne wytwarzane z roślin oleistych przez tłoczenie, ekstrakcję lub za pomocą porównywalnych metod, czyste lub rafinowane, niemodyfikowane chemicznie.

Biopaliwa – paliwa, które powstają z biodegradacji biomasy w czasie alkoholowej fermentacji węglowodanów; zgodnie z ustawą o biopaliwach i biokomponentach ciekłych Dz.U. z 2006 r. nr 169, poz. 1199, z późn. zm.) dzielimy na:

- benzyny silnikowe zawierające powyżej 5,0% objętościowo biokomponentów lub powyżej 15,0% objętościowo eterów,
- olej napędowy zawierający powyżej 5,0% objętościowo biokomponentów,
- ester, bioetanol, biometanol, dimetyloeter oraz czysty olej roślinny – stanowiące samoistne paliwa,
- biogaz – gaz pozyskany z biomasy,
- biowodór – wodór pozyskiwany z biomasy,
- biopaliwa syntetyczne – syntetyczne węglowodory lub mieszanki syntetycznych węglowodorów, wytwarzane z biomasy, stanowiące samoistne paliwa;
 - **bioetanol** (C₂H₅OH, alkohol rolniczy) – powstaje zazwyczaj w procesie fermentacji skrobi i cukrów lub destylacji i rektyfikacji, może być syntetyzowany z mieszaniny dwutlenku węgla, wodoru i wody. Jest

biokomponentem paliw silnikowych, wzbogaconych o wysokooktanowe składniki tlenowe, co pozwala ograniczyć ilość łożu w paliwie oraz zredukować emisję tlenku węgla. Powoduje jednak zmętnienie paliwa i szybszą korozję poprzez przyspieszenie chłonięcia wody.

- **biometanol** (CH₃OH) – powstaje w czasie suchej destylacji roślinnej biomasy lub w czasie syntezy gazu w procesie pirolizy (rozkładu termicznego bez kontaktu z tlenem i innymi czynnikami utleniającymi). Wykorzystywany jest jako zamiennik paliw stosowanych w silnikach lotniczych i sportowych z zapłonem iskrowym lub jako rozpuszczalnik.
- **biodiesel** – olej napędowy, który stanowi lub zawiera komponent estrów roślinnych, w Europie głównie metylowy ester rzepakowy (MER). Ulega szybszej degradacji niż olej napędowy, łatwo się rozpuszcza, a jego spalanie powoduje mniejszą emisję gazów cieplarnianych niż w przypadku zwykłego oleju napędowego. Może być stosowany samodzielnie jako czyste paliwo i oznacza się go wtedy symbolem B100. W tej postaci wykorzystywany jest najczęściej do napędu silników pracujących na zbiornikach wodnych, autobusów miejskich lub maszyn rolniczych pracujących na chronionych obszarach. Stosuje się również mieszanki biodiesla i oleju napędowego i tak np. mieszanka B20 zawiera 20% estrów roślinnych i 80% oleju napędowego. Wprowadzenie 5-8% MER do oleju napędowego nie wymaga tworzenia specjalnej sieci dystrybucji takiego paliwa. Ester ten poprawia właściwości smarne oleju napędowego i może zastępować niektóre jego składniki syntetyczne. MER stosowany jest również zamiast oleju opałowego lub jako dodatek do niego.

Rośliny energetyczne

W celu pozyskiwania biomasy uprawia się specjalne gatunki roślin. Roślinami energetycznymi nazywamy takie, które szybko rosną i po wysuszeniu dają duże plony, są odporne na szkodniki i mało wymagające, a ich uprawa nie jest droga. Uprawa tych roślin może odbywać się na glebach, które nie nadają się do uprawy żywności. Do roślin energetycznych zaliczamy m.in: wierzbę energetyczną, malwę pensylwańską, topinambur, miskant olbrzymi, różę bezkońcową, rdest, trzcinę pospolitą.

- **Wierzba wiciowa (energetyczna)** *Salix viminalis* – rośnie bardzo szybko i pierwsze zbiory następują 2-3 lata od posadzenia. Z hektara upraw w ciągu roku można uzyskać średnio 10 ton suchej masy. Roślina ta jest mrozo- odporna i posiada małe wymagania glebowe. Zawiera duże ilości salicylanów i dzięki temu nie jest podgryzana przez zwierzęta. Może być uprawiana na każdym terenie zarówno suchym, jak i podmokłym. Z założonej plantacji można korzystać przez 30 lat. Wierzbę tę charakteryzuje bardzo duży przyrost roczny masy drzewnej. Gdybyśmy porównywali 1 ha wierzby i 1 ha lasu gospodarczego, to z wierzby uzyskamy około 14 razy więcej masy drzewnej. Wydajność 1 ha plantacji to około 30-40 ton masy drzewnej co roku, a to wystarczy do ogrzania domu o powierzchni 150 m². Wierzba ta nie posiada korzenia palowego tylko korzenie kłączaste o dł. 4,5 m, dzięki temu łatwo zlikwidować jej plantację. Wartość energetyczna wierzby wynosi ok. 19,8 MJ/kg.
- **Malwa pensylwańska** (ślazowiec pensylwański) *Sida hermaphrodita* – pochodzi z Ameryki Płn. Jest byliną, którą można użytkować przez 20-30 lat. Plon, którego wielkość uzależniona jest od nawożenia stanowią zamierające jesienią pędy o grubości około 5-40 mm oraz wysokości do 500 cm, które

cechuje niska wilgotność ok. 15-30%. Z 1 ha plantacji można uzyskać do 40 ton suchej masy; wartość energetyczna plonu wynosi ok. 15 MJ/kg. Roślina ta rośnie na glebach do V klasy, o odczynie obojętnym lub lekko kwaśnym. Roślina ta wrażliwa jest na zachwaszczenie. Plon uzyskuje się dopiero w trzecim roku uprawy.

- **Topinambur (słonecznik bulwiasty)** *Helianthus tuberosus* L. – należy do rodziny astrowatych i pochodzi z Ameryki Płn. Osiąga wysokość 2-4 m, ma szerokie około 20 cm liście i rozbudowany system korzeniowy zakończony bulwami. W Polsce zarejestrowane są dwie odmiany tego gatunku: Albik o białych maczugowatych bulwach i Rubik z czerwonymi bulwami. Może być uprawiany w każdych warunkach, ale słabo rośnie na terenach podmokłych i kwaśnych. Bulwy są mrozoodporne i dzięki temu plantacje mogą się odnawiać w sposób samoistny. Z uprawy zbiera się masę zieloną oraz bulwy. Z plantacji można zbierać 3 pokosy o długości około 20-30 cm. Bulwy zbiera się późną jesienią. Z 1 ha uprawy w Polsce zbiera się zwykle około 10-16 ton suchej masy. Roślina ta od wieków wykorzystywana jest na świecie do celów spożywczych. W energetyce topinambur wykorzystywany jest do spalania bezpośredniego lub po przetworzeniu na brykiet lub palety oraz po zakiszeniu do produkcji etanolu i biogazu. Topinambur może być stosowany do rekultywacji terenów zniszczonych przez przemysł lub gospodarkę komunalną.
- **Miskant olbrzymi** *Miscanthus giganteus* – roślina szeroko rozpowszechniona na obszarze prawie całej Azji centralnej i południowo-wschodniej, w Europie pojawił się w XVI wieku. Jest to duża trawa kępowa o silnie rozwiniętym systemie korzeniowym, o wysokości źdźbła 2-3,5 m. Zaletą miskanta jest szybki wzrost, a co się z tym wiąże – duża ilość biomasy z jednostki powierzchni i stosunkowo duża odporność na niskie temperatury.

Drewno kawałkowe

W Polsce drewno ma duże znaczenie w pozyskiwaniu energii do celów ciepłych. Drewno w energetyce dzielone jest na trzy kategorie: drewno leśne, drewno z celowych upraw energetycznych oraz drewno z odzysku, wcześniej używane do innych celów. W celach energetycznych czynnikiem brany pod uwagę jest wartość opałowa drewna określająca, ile energii można z niego pozyskać. Im wartość ta jest wyższa, tym drewno posiada lepsze właściwości energetyczne, przy czym bardzo ważna jest również jego wilgotność. Największą wartość opałową posiada drewno z drzew liściastych, w tym zwłaszcza grabu, buka i dębu. Wśród drzew iglastych największą wartość opałową wykazuje drewno z dąglezi, sosny i modrzewia.

Wady i zalety energii z biomasy

Zalety:

- Spalanie biomasy jest neutralne dla środowiska, bowiem ilość dwutlenku węgla, która wyemitowana zostaje do atmosfery podczas tego procesu jest równoważna ilości dwutlenku węgla zużywanego
- przez rośliny, które odtwarzają biomasę w procesie fotosyntezy. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 12.09.2008 r. w sprawie monitorowania emisji substancji wskaźnik emisji biomasy wynosi zero MgCO₂/TJ lub Mg lub m³ (Dz.U. nr 183, poz. 1142).
- Dzięki wykorzystaniu biomasy – budowy instalacji do wykorzystania biomasy – budowane jest bezpieczeństwo energetyczne kraju.

- Spalanie biomasy dostarcza mniej szkodliwych pierwiastków niż spalanie paliw kopalnych.
- Dzięki wykorzystywaniu biomasy zmniejsza się ilość odpadów, w tym uciążliwych odpadów rolniczych, poubojowych czy osadów z oczyszczalni ścieków.
- Dzięki wykorzystaniu biomasy oszczędza się zasoby paliw kopalnych.
- Z biomasy można wytworzyć wiele różnych form energii, np. ciepło do ogrzewania, prąd elektryczny, paliwo dla samochodu.
- Produkcja biomasy pozwala na zagospodarowanie nieużytków lub skażonych gleb.
- Ogrzewanie biomasą jest opłacalne, jej ceny są konkurencyjne na rynku paliw.
- W przypadku wykorzystania biomasy rolniczej następuje dywersyfikacja źródeł dochodów rolniczych.
- Producenci energii z biomasy mogą liczyć na zyski ze sprzedaży energii cieplnej, energii elektrycznej, biopaliw, zielonych certyfikatów, nawozu (z pulpy pofermentacyjnej).
- Promocja gmin jako przyjaznych inwestorom oraz zwiększenie dochodów gminy z tytułu podatków.

Wady:

- Biomasę charakteryzuje mała gęstość surowca, utrudniająca transport i jego magazynowanie.
- Niektóre rośliny energetyczne dostępne są tylko sezonowo.
- Mniejsza niż w przypadku paliw kopalnych wartość energetyczna surowca.
- Duże uprawy roślin energetycznych zmniejszają bioróżnorodność środowiska poprzez wprowadzenie monokultur.
- Jeśli biomasa jest zanieczyszczona nawozami sztucznymi, pestycydami lub innymi związkami chemicznymi, jej spalanie powoduje powstanie związków o toksycznym i rakotwórczym działaniu.