


BIOMASA

w gminach
-przykłady dobrych rozwiązań technicznych



Przygotowanie:
Prof. Jacek Zimny
Mgr inż. Michał Karch

BIOMASA - podział

Rodzaje	Źródła	Sposób wykorzystania
stałe	drewno opałowe z lasów, słoma, odpady z tartaków i zakładów meblarskich	spalanie bezpośrednie w paleniskach otwartych lub zamkniętych
ciekłe	rośliny oleiste	olej opałowy
	fermentacja alkoholowa trzciny cukrowej i ziemniaków, [etanol]	paliwo silnikowe
gazowe	fermentacja metanowa odpadowej masy organicznej w oczyszczalniach ścieków, na komunalnych wysypiskach śmieci i biogazowniach rolniczych, [biogaz, agrogaz]	wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej, spalanie w sieci gazowej

Potencjał BIOMASY



Kategoria	Uwagi	Potencjał bioenergii EJ/rok
1. Biomasa produkowana na dodatkowych terenach rolniczych	Przeciętnie 0 – 26 Gha przy wydajności 10 – 20 Mg/ha rok	0 – 988
2. Biomasa wyprodukowana na glebach zdegradowanych	Przeciętnie 430 – 580 Mha przy wydajności 1 – 10 Mg/ha rok	8 – 110
3. Pozostałości rolnicze.	Szacowane na podstawie różnych źródeł	10 – 32
4. Pozostałości leśne	Szacowane na podstawie różnych źródeł	10 – 16 + 32 z odpadów
5. Odchody zwierzęce	Szacowane na podstawie różnych źródeł	9 – 25
6. Organiczne odpady	Szacowane na podstawie różnych źródeł	1-3
7. Biomateria	Tereny uprawowe 416 – 678 Mha Mogą być zaliczane z 1 i 2 kategorii	0(83) – 116
Razem		33 – 1130

Porównanie wartości opałowej niektórych biopaliw w stosunku do innych nośników energii



Surowiec	Wartość opałowa (MJ/m ³)
Biogaz	20-25
Drewno	14-19
Gaz miejski	19-20
Węgiel kamienny	38-39

BIOMASA- zasoby



Uwzględniając obecne zasoby drewna opałowego i odpadów drzewnych - z leśnictwa, sadownictwa, przemysłu drzewnego oraz miejskich terenów zielonych, potencjał techniczny energii w nich zawartej szacuje się na 270 PJ (10^{15} J) rocznie

W Polsce szacuje się, że tylko w rolnictwie potencjał niewykorzystanej biomasy = 104 PJ/a.

Wytwarzanych jest rocznie:

25 mln ton słomy zbożowej i rzepakowej oraz siana.

4 mln ton pozyskiwane jest w drewna opałowego w lasach (chrust, trociny, zrębki, kora...)

6 mln ton osady ściekowej:

w sumie 30 mln ton biomasy tj. prawie 15-20 mln ton węgla

Technologie wykorzystania BIOMASY



Spalanie Proces polega na płomieniowym spalaniu materiału w obecności nadmiaru powietrza w komorze spalania. Produktami końcowymi spalania są: dwutlenek węgla CO_2 i woda H_2O . Kotły charakteryzujące się tym sposobem spalania biopaliw dostępne są obecnie w szerokim zakresie mocy od 20 kW do kilkuset MW.

Gazyfikacja Proces gazyfikacji biopaliw stałych podzielić można na trzy fazy: suszenia i odgazowania paliwa, wynikiem czego jest wytworzenie mieszaniny gazów w warunkach niedoboru powietrza, spalania gazów w komorze spalania w obecności nadmiaru tlenu oraz oddawania ciepła w wymienniku

Pyroliza polega na ich termicznym przekształceniu w warunkach braku dostępu tlenu, w wyniku czego otrzymuje się produkt stały (węgiel drzewny), produkt ciekły (olej pyrolityczny) oraz mieszaninę gazów palnych



Współspalanie biopaliw odpady drzewne, zrębki, brykiety i pelety różnego pochodzenia mogą być spalane w mieszaninie jak też współ-spalane z innymi paliwami stałymi, zarówno w konwencjonalnych kotłach rusztowych, paleniskach. W przypadku bezpośredniego spalania mieszanie paliw odbywa się zwykle przed podaniem do paleniska. Natomiast w niektórych systemach gazyfikacji paliwa podawane są oddzielnymi systemami.

Układy skojarzone rozpoczynają się sekcją przechowywania i podawania biopaliwa do komory gazyfikacji lub komory spalania. Powstający w gazyfikatorze gaz spalany może być w kotle z palnikiem gazowym. Drugi typ technologii z zastosowaniem gazyfikatorów zakłada spalanie wytworzonej i oczyszczonej mieszaniny gazów w silniku gazowym

BIOMASA



Według definicji Unii Europejskiej **biomasa obejmuje wszelką substancję organiczną pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, jak też wszelkie pochodne substancje uzyskane z transformacji surowców pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego.**

Biomasa stanowi trzecie, co do wielkości na świecie, naturalne źródło energii.

Jako surowiec energetyczny wykorzystywana jest głównie biomasa pochodzenia roślinnego, powstała w procesie fotosyntezy.

Energię z biomasy można uzyskać poprzez.

- spalanie biomasy roślinnej (np. drewno, odpady drzewne z tartaków, zakładów meblarskich i in., słoma, specjalne uprawy energetyczne),
- wytwarzanie oleju opałowego z roślin oleistych (np. rzepak) specjalnie uprawianych dla celów energetycznych,
- fermentację alkoholową trzciny cukrowej, ziemniaków lub dowolnego materiału organicznego poddającego się takiej fermentacji, celem wytworzenia alkoholu etylowego do paliw silnikowych,
- beztlenową fermentację metanową odpadowej masy organicznej (np. odpady z produkcji rolnej lub przemysłu spożywczego)

Zalety stosowania biomasy:

- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych
- wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych
- decentralizacja wytwarzania energii
- zróżnicowanie źródeł energii
- ograniczenie szkód w środowisku związanych z wydobyciem paliw kopalnych
- zagospodarowanie odpadów
- wspieranie rozwoju społeczno-gospodarczego poprzez tworzenie miejsc pracy



Zalety wykorzystania biomasy

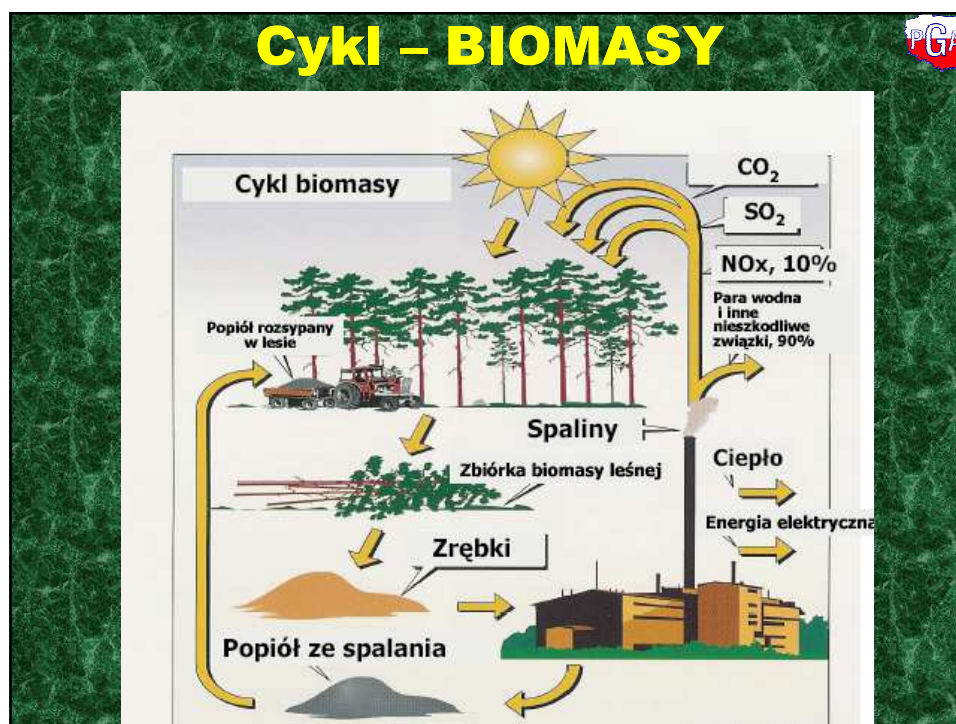


- stałe i pewne dostawy (brak konieczności importu ropy lub gazu)
- zapewnienie dochodu,
- tworzenie nowych miejsc pracy,
- ograniczanie emisji CO₂ z paliw odnawialnych,
- wysokie koszty oczyszczania spalin z paliw kopalnnych,
- aktywizacja ekonomiczna lokalnych społeczności,
- decentralizacja produkcji energii.

Wady energetycznego zagospodarowania biomasy



- ryzyko zmniejszenia bioróżnorodności,
- spalanie biopaliw powoduje powstanie NO_x trudnych do usuwania,
- podczas spalania biomasy zanieczyszczonej pestycydami powstają:
dioksyne i furany,
- popiół z niektórych biopaliw w temperaturze spalania topi się i
zaślepia ruszt.



Właściwości poszczególnych rodzajów biomasy

PALIWO	WARTOŚĆ ENERGETYCZNA [MJ/kg]
Drewno kawałkowe	od 11 do 22
Zrębki	od 6 do 16
Pelety	od 16,5 do 17,5
Słoma żółta	od 14 do 15,5
Słoma szara	od 14,4 do 16
Trzcina	od 14,5 do 16,2
Etanol	od 23 do 28

Źródło: EC BREC, 2003. Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego.

Biomasa używana na cele energetyczne

- drewna i odpadów drzewnych (w tym zrębków z szybko rosnących gatunków drzewiastych tj.: wierzba, topola)
- słomy jak i ziarna (zboż, rzepaku)
- słomy upraw specjalnych roślin energetycznych z rodzin
- osadów ściekowych,
- makulatury,
- szeregu innych odpadów roślinnych powstających na etapach uprawy i pozyskania jak też przetwarzania przemysłowego produktów (siana, ostatek kukurydzy, trzciny cukrowej i bagiennej, łusek oliwek, korzeni, pozostałości przerobu owoców itp.)

BIOMASA - SŁOMA

Produkcja **słomy** z roślin zbożowych i innych wynosi w Polsce około 25 mln ton. Przeznaczając docelowo na cele energetyczne tylko 50% produkcji, to jest około 12,5 mln ton, można zaoszczędzić około 5 mln ton węgla rocznie.

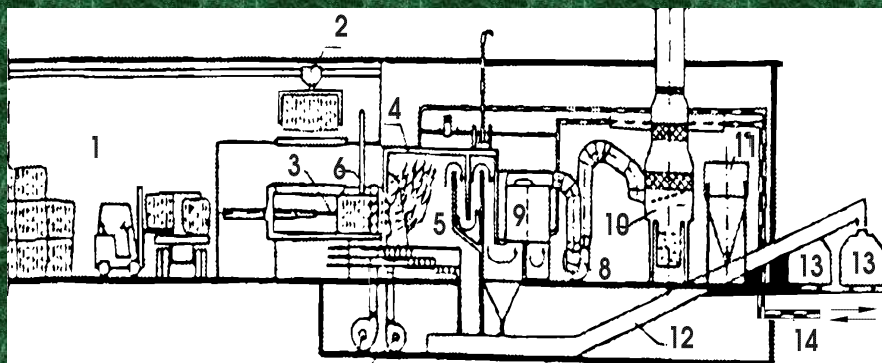
Dzięki zjawisku fotosyntezy rośliny rolnicze mogą wchłonąć przerwaniem około 400 kg CO₂ w ciągu doby na obszarze 1 ha. Zespoły leśne, szczególnie liściaste, szybkorosnące, wchłaniają go znacznie więcej.

Schemat kotłowni opalanej słomą



Oznaczenia:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. magazyn słomy | 8. wentylator wyciągowy spalin |
| 2. podajnik automatyczny | 9. wymiennik ciepła |
| 3. zapalnik słomowy | 10. instalacja oczyszczania gazów spalinowych |
| 4. kocioł | 11. zbiornik sedymentacyjny |
| 5. komora spalania | 12. system transportu popiołu i żużla |
| 6. zamknięcie ogniowe | 13. pojemnik na popiół i żużel |
| 7. wentylatory podmuchu | 14. przewody sieci ciepłej |



Ciepłownie opalane SŁOMĄ



Lista polskich przedsiębiorstw ciepłowniczych wykorzystujących słomę na potrzeby energetyczne EC BREC / IBMER WARSZAWA '99

Właściciel/ Użytkownik	Rok wdrożenia	Moc zainstalowana	Paliwo	Roczne zużycie paliwa [tony/rok]	Technologia/ Producent
DHP LUBAŃ (Dolnośląskie)	1998	1 MW	Sieczka ze słomy	700 - 1200	REKA A/S, ZUK Stąporków
DHP GRABOWIEC (Podkarpackie)	1997	800 kW	Duże bale słomiane	500	PILEVANG- GIZEX
DHP CZERNIN (Pomorskie)	1996/97	5 MW	Sieczka ze słomy		DANSTOKER
DHP "EKOLOG" ZIELONKI	1996	1 MW	Sieczka ze słomy	550	DANSTOCKER
STARYTARG (Pomorskie)		1 MW	Duże bale słomiane	500	GRASO
GDĄSK (Pomorskie)		1,2 MW	Duże bale słomiane		SKELTEK/ SECESPOL

Piece na SŁOMĘ



BIOMASA – Drewno



Przyrosty roczne w lasach wynoszą około 4 m³ drewna z 1 ha. Powierzchnia lasów w Polsce oceniana jest na około 5 mln ha, daje to około 40 mln m³ całkowitej masy drewna, w tym około 20 mln m³ drewna przemysłowego (tarcicy).

Zalesiając nieużytki i grunty 5 i 6 klasy można by podwoić w ciągu przyszłego dwudziestolecia powierzchnię lasów, uzyskując około 40 mln m³ drewna przemysłowego i 40 mln m³ odpadów drewna do celów energetycznych, co odpowiada około 16 mln ton węgla kamiennego.



BIOMASA – Drewno



Z każdych 100 m³ masy drzewnej pozyskiwanej w lesie:

- Na korę przypada 10 m³
- Na chrust 15 m³
- Na grubiznę opałową 20 m³
- Na trociny 19 m³
- Na tarcicę 36 m³
- Na gotowe wyroby ok.25 m³



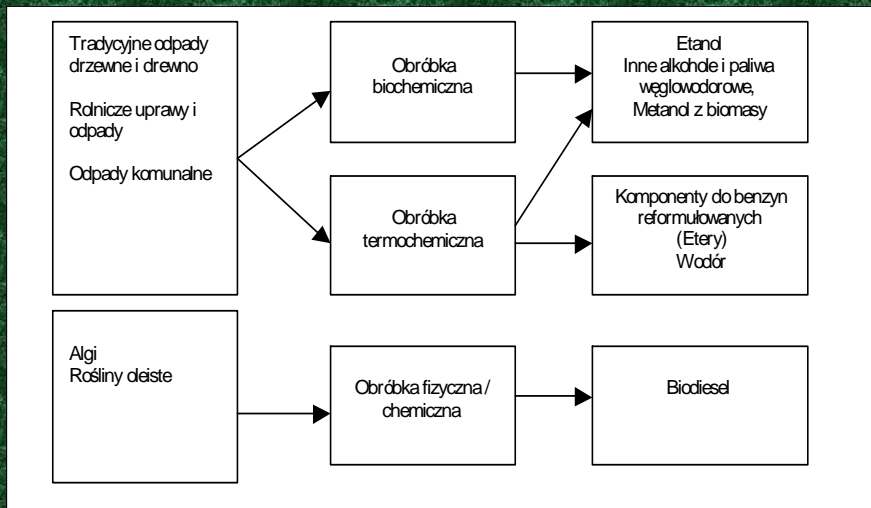
BIOPALIWA – OLEJ rzepakowy



Oleje roślinne – tłuszcze ciekłe otrzymywane z nasion roślin oleistych (rzepaku, słonecznika, soi, lnu) przez wyciążanie lub ekstrakcję rozpuszczalnikiem. Zawierają dużo nienasyconych kwasów tłuszczowych

Produkcja oleju rzepakowego wynosiła w Polsce w ostatnich latach około 0,4 mln ton/rok. Przewiduje się do 2030 roku przeznaczyć 1 mln ha na plantacje rzepaku, z którego będzie można pozyskać 1,2 mln ton oleju napędowego rocznie. Będzie to wymagało budowy 200 olejarni wraz z rafineriami, przerabiających rocznie po 18 000 ton nasion rzepaku. Docelowo przewiduje się pokrycie około 50% zapotrzebowania na olej napędowy w rolnictwie olejem rzepakowym

BIOPALIWA transformacja od zasobów do biopaliw



Oak Ridge National Laboratory, 1994 (<http://bioenergy.ornl.gov/doeofd/stratpla/stand.html>)

BIOPALIWA - ETANOL



W Polsce w 1000 gorzelnii produkuje się około 250 mln litrów spirytusu, głównie z ziemniaków. Obecnie do około 2% zużywanej w kraju benzyny dodaje się około 5% etanolu, co powoduje zmniejszenie emisji ołowiu o około 50%.

Przewiduje się zwiększenie ilości alkoholu dodawanego do benzyny do 10% oraz wzrost sprzedaży tej benzyny.

Porównanie ilości różnych produktów potrzebnych do otrzymania 1 litra spirytusu

Produkt	Ilość produktu potrzebna do wytworzenia 1 dm ³ spirytusu
Ziemniaki	12,5 kg
Zboże	3,0 - 3,3 kg
Buraki cukrowe	12,5 kg
Melasa	3,3 kg

BIOPALIWA



Tłuszcze zwierzęce są krajowym zapleczem surowcowym dla produkcji estrów metylowych, z których część stanowi surowiec odpadowy, nadający się jednak do przetwórstwa do estrów. Wielkość produkcji tłuszczu w Polsce szacowana jest na poziomie 140 tys. ton rocznie. Należy przyjąć, że ta ilość może się zwiększyć w przypadku rozwoju hodowli. W produkcji oleochemikaliów a zwłaszcza estrów metylowych z przeznaczeniem na biopaliwo zasadnicze znaczenie mają jednak oleje roślinne.

BIOMASA - koszty



Koszty inwestycyjne i produkcyjne do ogrzewania mieszkań w gospodarstwach rolnych

Typ paliwa	słoma	węgiel	olej opałowy	gaz ziemny
koszt inwestycji	10106	1680	8316	4215
amortyzacja	404	112	332	169
koszt kapitału	2021	336	1663	843
koszt eksploatacji	1720	3960	4380	5140
całkowity koszt ogrzewania	4145	4408	6376	6152
koszty 1 GJ [zł/GJ]	20,73	25,04	58,21	35,76

BIOMASA



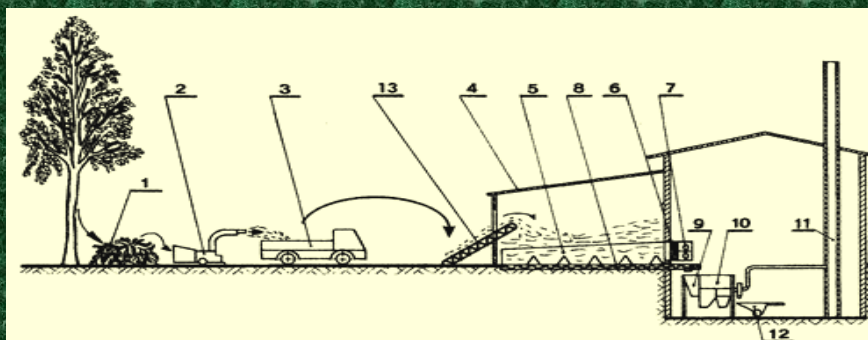
Produkty leśne:

- *drzewa i gałęzie z przecinek i cięć sanitarnych lasów
- *gałęzie z cięć produkcyjnych
- *odpady z przemysłu drzewnego, trociny itp.
- *plantacje lasów energetycznych liściastych (grubizna do budowy domów jednorodzinnych), czuby i gałęzie pocięte na łupki do spalania w piecach grzewczych o mocy cieplnej około 200 kW

Produkty rolnicze:

- *słoma roślin zbożowych
- *gałęzie z przecinek sadów oraz inne odpady produkcji roślin i warzyw
- *alkohole (surowce: ziemniak, burak cukrowy, zboże) jako dodatki do benzyn silników gaźnikowych
- *olej rzepakowy (surowce: rzepak uprawiany na gruntach częściowo skażonych) jako paliwo dla silników wysokoprężnych
- *biogaz z nawozu organicznego produkcji zwierzęcej
- *biogaz z osadów ściekowych, odpadów komunalnych płynnych i stałych

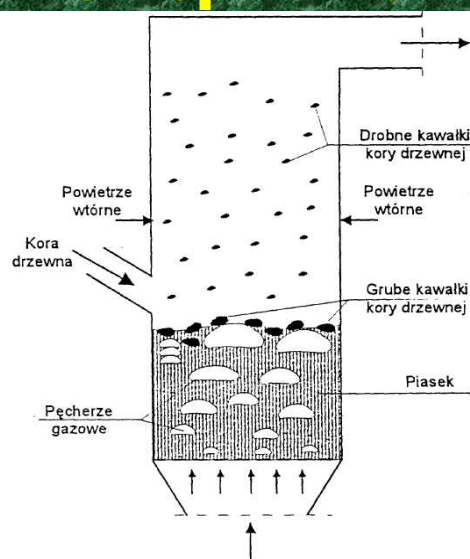
Spalanie BIOMASY - schemat



- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. odpady drzewne; | 8. przenośnik ślimakowy; |
| 2. rębarka; | 9. zasobnik przyjęciowy; |
| 3. środek transportu; | 10. kocioł fluidalny; |
| 4. magazyn zrębków; | 11. komin; |
| 5. Suszarka; | 12. wózek; |
| 6. nagrzewnica wodna; | 13. przenośnik taśmowy |
| 7. wentylator osiowy; | |

Źródło: Społeczny Instytut Ekologiczny

BIOMASA spalanie fluidalne



Proces spalania cząstek kory drzewnej w pęcherzykowej warstwie fluidalnej.

BIOMASA spalanie fluidalne

W kotłach fluidalnych możliwe jest spalanie szerokiego spektrum paliw

Spalanie do 10% biomasy (np. wierzba energetyczna) nie powoduje problemów technologicznych, a korzystnie oddziałuje na poziomy emisji

Jeden np. kocioł CFB 235 MW spala ok. 1 mln ton węgla brunatnego rocznie

Może więc współspalać ok. 100 tys. ton wierzby energetycznej

Co przy średnim plonowaniu 25 t/ha/rok angażuje pod uprawę 4000 tys. ha

W trasporcie kołowym (20 ton/1 kurs) oznacza to 5000 kursów rocznie, tj.: 15-20 dziennie

Konieczny jest rozwój infrastruktury drogowej, wybudowanie terminala wyladowczo-magazynowego, instalacji przygotowania i podawania biomasy

Odnawialne źródła energii mogą zaistnieć w energetyce systemowej

Wszystkie powyższe punkty w podtekście mają rozwój technologiczny i gospodarczy, kreują trwałe miejsca pracy, stymulują dalsze projekty

BIOMASA - współspalanie



Zastosowanie biomasy i węgla brunatnego jako mieszanki paliwowej jest interesujące ze względu na:

- zerowy bilans emisji CO₂ dla biomasy – obniżenie emisji CO₂ w procesie spalania węgla brunatnego oraz ograniczenie zużycia jego zasobów,
- niską zawartość S w biomasie (0,1 %) – obniżenie emisji SO₂ oraz ilości odpadów stałych z procesu wiązania siarki w procesie spalania węgla brunatnego,
- efekt reburningowy – wyeliminowanie konieczności stosowania wtórnych metod ograniczenia emisji NO_x,
- wysoką zawartość części lotnych w biomasie (85 %) – poprawa sprawności procesu spalania węgla brunatnego,
- niską zawartość popiołu w biomasie (2 %) – odciążenie problemu rozwiązywania gromadzenia odpadów stałych ,
- wyższą zawartość popiołu w węglu brunatnym – eliminacja zjawiska aglomeracji, zanieczyszczenia i korozji powierzchni ogrzewalnych w procesie fluidalnego spalania biomasy.

Korzyści biomasy:



- Niski koszt wytworzenia
- Efektywne zagospodarowanie odpadów
- Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń
- Nowe miejsca pracy
- Szansa na zwiększenie przychodów z rolnictwa
- Mała emisja dwutlenku siarki
- Zerowy bilans dwutlenku węgla (podczas spalania biomasa oddaje tyle CO₂ ile wcześniej pobrała w procesie wzrostu)



BIOMASA



Kocioł jest konstrukcją dwukomorową. Komora pierwsza jest komorą spalania, a komora druga - dopalania i wymiany ciepła. Duża komora spalania daje możliwość palenia z nominalną mocą przez 6-8 godzin.



Ze względu na dużą sprawność (ponad 85% średniosezonowo) kocioł ten zużywa od dwóch do trzech razy mniej drewna niż popularne kotły węglowe (przy ich opalaniu drewnem). System dopalania spalin (t.j. kontrolowane wpuszczanie powietrza wtórnego) powoduje, że znacznie maleje emisja tlenku węgla CO, węglowodorów i sadzy, a sprawność rośnie o parę punktów procentowych. Ogranicza to do minimum zjawisko "zarastania" kotła i komina sadzą czy smołą.

BIOMASA – wierzba energetyczna



Do uprawy na plantacjach energetycznych wykorzystywane są różne gatunki szybko rosnących wierzb krzewiastych: *Salix viminalis*, *S. amygdalina*, *S. dasycardos* oraz liczne hybrydy międzygatunkowe. Najodpowiedniejszymi do uprawy w Polsce są różne formy z gatunku *Salix viminalis* - wierzba konopianka i jej międzygatunkowe krzyżówki.

Przeciętny plon świeżej masy drewna 32 t/ha/rok, co odpowiada 16 t/ha/rok suchej masy drewna o wartości opałowej 19 000 kJ/kg. Z jednego nasadzenia wierzbę można pozyskiwać przez okres 20 - 25 lat.



WIERZBA – sadzenie, uprawa



WIERZBA - plantacja



Nasadzenia do zbioru wierzby
co trzy lata.



Nasadzenia do corocznego zbioru
wierzby.



BIOMASA - WIERZBA



Gatunek krzewiasty osiągający wysokość ok. 8 m. Przy dużej wilgotności gleby osiąga 3 m w jednym sezonie.

WIERZBA - plantacja



2 ÅRS TILLVÄXT

WIERZBA - zbiórka



BIOMASA – zakład przetwórczy



BIOMASA – produkcja pelet



BIOMASA - WIERZBA



ZRĘBKI powstają w wyniku rozdrobnienia (pocięcia) pędów rośliny na małe (kilkucentymetrowe) kawałki. Do rozdrabniania ściętych pędów można wykorzystać rozdrabniarki do gałęzi, rębaki



BRYKIETY rozdrobniony na trociny surowiec drzewny jest suszony do wilgotności ok.10%, a następnie poddawany wysokiemu ciśnieniu w tzw. brykociarce. Wytwarza się przy tym duża temperatura, która powoduje rozpuszczanie naturalnych żywic, które następnie stygnąc pomagają wiązać zbitą przez urządzenie surowiec.

BIOPALIWA- WIERZBA



PELETY rozdrobniony materiał drzewny poddawany jest wysokiemu ciśnieniu i po przepuszczeniu przez odpowiednie kanaliki w urządzeniu formowany do postaci małych wałeczków o średnicy 6-10 mm



KORKI - odpowiednik drogich w produkcji pellets. Korek powstaje w wyniku pocięcia na kawałki o długości 2-3 cm. jednorocznych pędów wierzby energetycznej



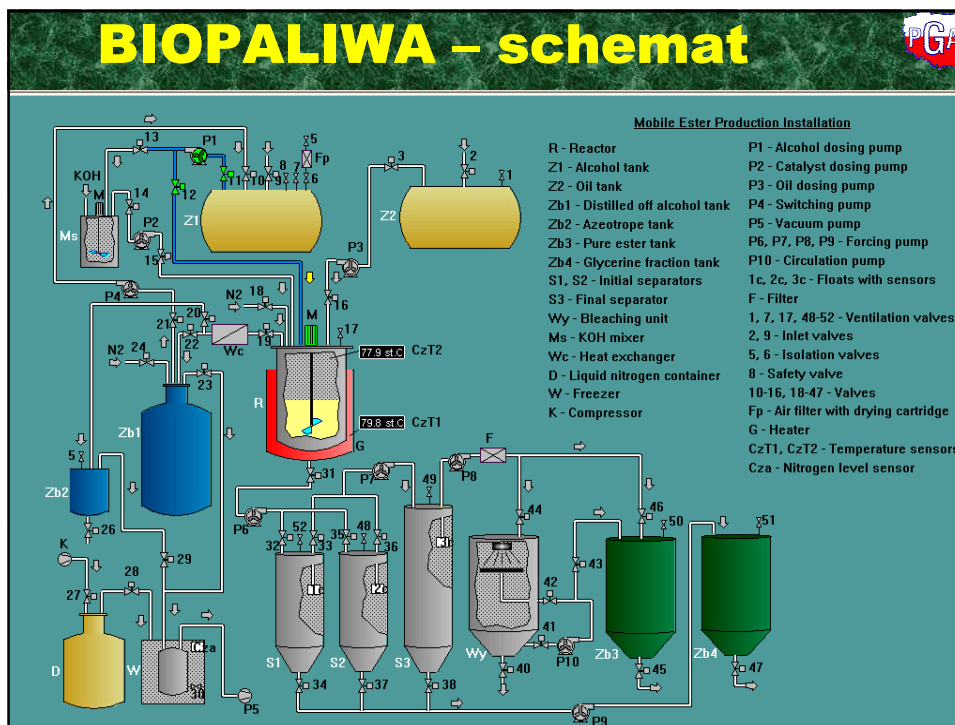
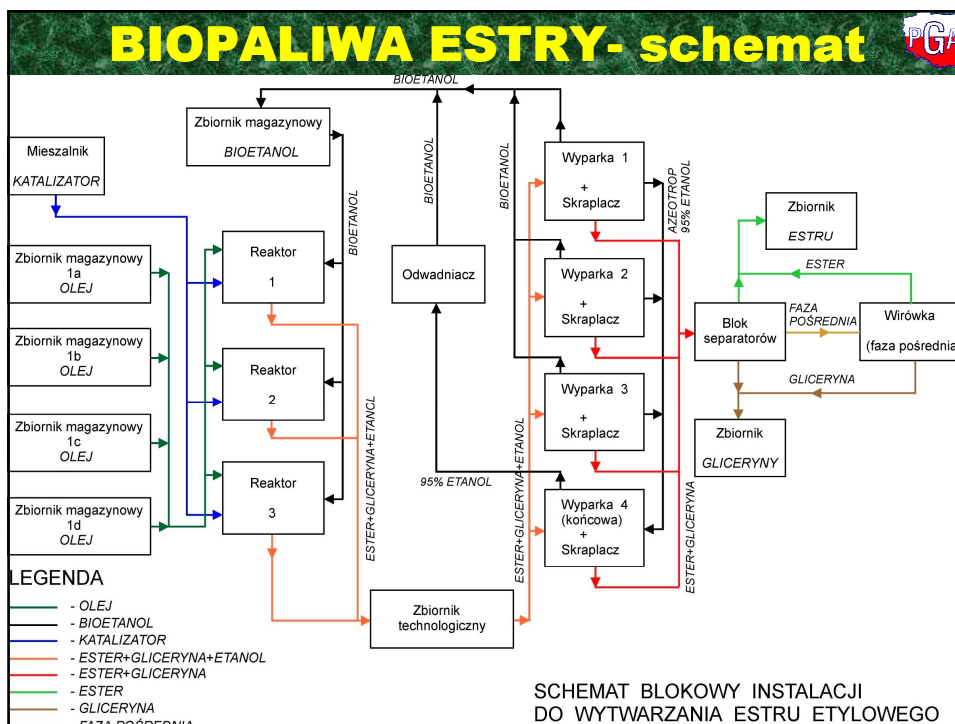
POLANA 3-letnie pędy wierzby energetycznej mają długość dochodzącą do 7 metrów i grubość u podstawy ok. 5 cm. Jeżeli potniemy je na odcinki 30- 40 cm otrzymamy tradycyjne polana. Po krótkim sezonowaniu (podsuszeniu) można ich używać do spalania w domowym kominku

BIOMASA- WIERZBA



Oprócz zastosowań typowo energetycznych, wierzbę lub powstałe z niej produkty można wykorzystać:

- w przemyśle drzewnym i meblarskim (płyty wiórowe, elementy konstrukcji mebli ...)
- w przemyśle papierniczym i celulozowym
- w medycynie (kwas salicylowy)
- w przemyśle chemicznym (garbniki)
- budownictwo drogowe, wodne (maty drogowe i wzmacniające)
- elementy "zielonej architektury" (rekultywacja terenów przemysłowych, zielone pasy ochronne wokół zakładów i autostrad)



BIOPALIWA – produkcja estrów



BIOPALIWA- Owies



ZIARNO ENERGETYCZNE - OWIES

Przeciętna roczna produkcja: 5t/ha
Kaloryczność: 4MWh/t
Wilgotność: 10-13%

OWIES - Zalety



- Uprawę owsa cechują małe wymagania glebowe, co oznacza, że owies może być uprawiany wszędzie
- Istnieje długa tradycja uprawy tego zboża
- Oprzyrządowanie do produkcji tego zboża jest powszechnie dostępne
- Ziarno energetyczne jest łatwe w przechowaniu i transporcie
- Ma niską zawartość drobnicy
- Jest łatwe w spalaniu
- Cena owsa jest konkurencyjna w stosunku do innych rodzajów zbóż
- Jako surowiec opałowy jest tańszy od pelletsu
- Jest odnawialnym surowcem opałowym produkowanym lokalnie
- Powstały w procesie spalania popiół może być wykorzystywany jako nawóz, co może przyczynić się do redukcji zużycia nawozów sztucznych
- Na ogrzanie jednego gospodarstwa domowego wystarcza 2 ha gruntu

Analiza wybranych paliw



	Węgiel kamienny	Węgiel brunatny	Zrębki drzewne	Słoma
Wartość opałowa MJ/kg stan surowy	23-25	9-12	7-12	15
Wilgoć, %	5.1	50.4	33	10.6
Części lotne, % s.suchy	34.7	52.11	83.2	74.4
Popiół, % s.suchy	8.25	5.1	0.34	6.1
C, % s.suchy	72.48	65.9	48.7	47.4
H, %	5.64	4.9	5.7	4.5
N, %	1.28	0.69	0.13	0.4-0.78
S, %	0.94	0.39	0.05	0.05-0.11
Cl, %	0.128	<0.1	<0.1	0.4-0.73
O, %	11.1	23	45	40.4
Temperatura mięknięcia popiołu, °C	1250	1050	1200	850

Z czego można produkować biogaz?



hodowla zwierząt:

- obornik
- gnojówka
- gnojowica
- kurzeniec

uprawy roślinne:

- trawy
- zboża
- rośliny okopowe
- rośliny energetyczne

przemysł spożywczy:

- obierki z owoców i warzyw
- odpady pogorzelniane
- odpady z rzeźni
- serwatka
- przeterminowana żywność

odpady, ścieki:

- osad z oczyszczalni ścieków
- organiczne odpady komunalne

BIOGAZ - porównanie



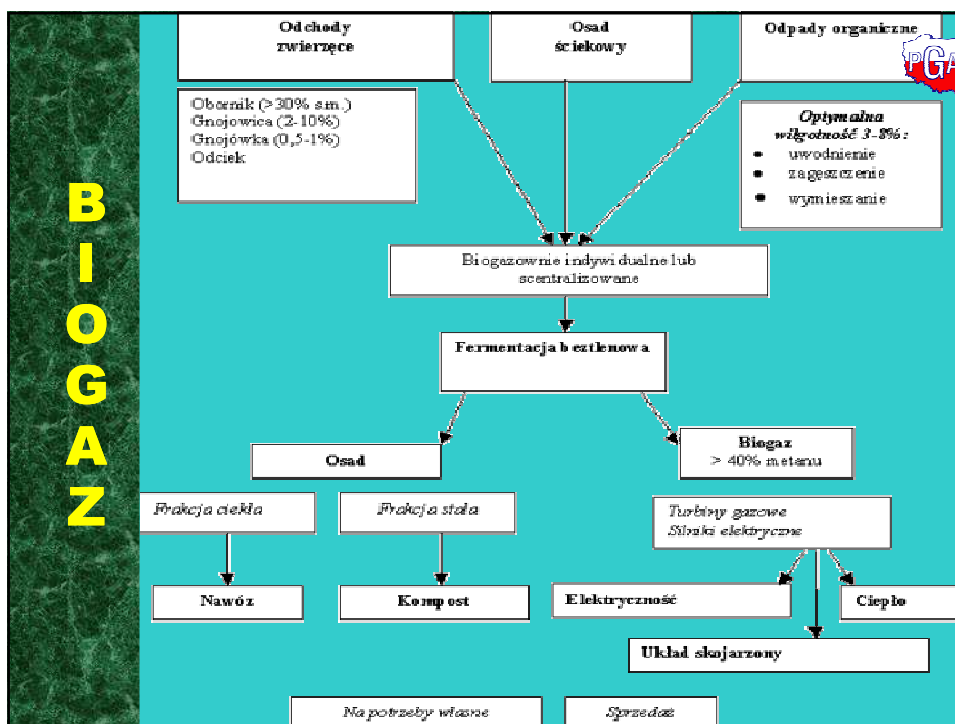
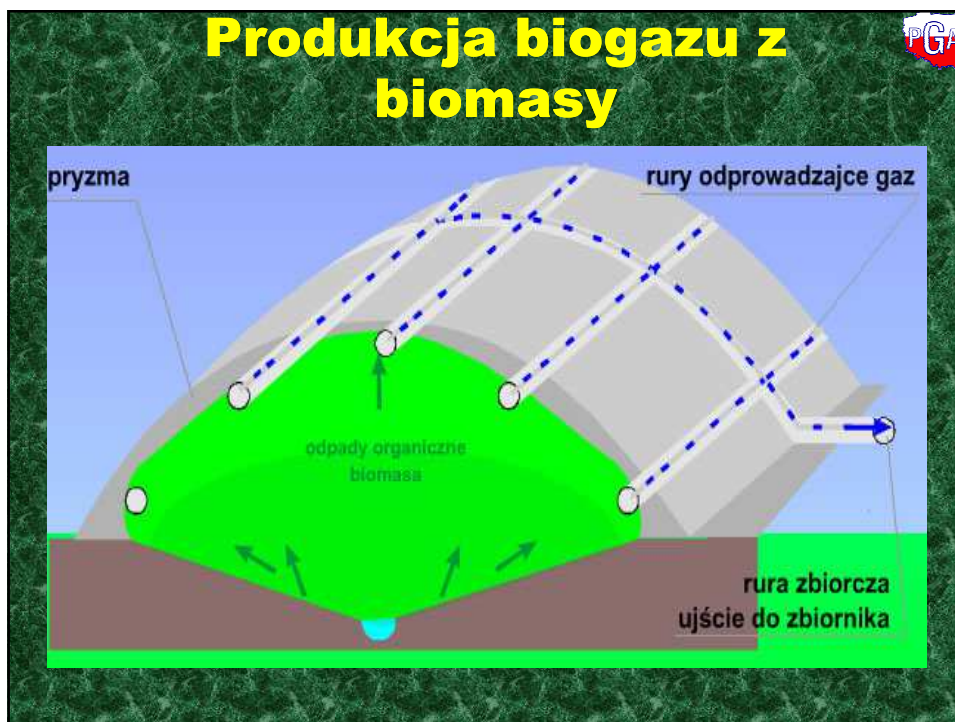
Zasoby tracone:

Roczna wartość energii traconej z gazem wysypiskowym jest równoważna $4,4 \cdot 10^8$ m³/a gazu ziemnego.

Z bilansu prawidłowo przeprowadzonej fermentacji, która przebiega w trzech fazach otrzymujemy z 1 kg substancji organicznej około 0,4 m³ biogazu, który ma wartość opałową 16-23 MJ/m³ a w przypadku oddzielenia z biogazu CO₂ wartość opałowa biogazu zwiększa się dwukrotnie.

Energia zawarta w 1 m³ biogazu

- = energii zawartej w 0,93 m³ gazu ziemnego
- = 1 dm³ oleju napędowego
- = 1,25 kg węgla
- = 9,4 kWh energii elektrycznej



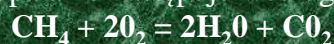
Przybliżony skład nieoczyszczonego biogazu



Skład chemiczny biogazu jest następujący (w %):

metan CH ₄	52 - 85
dwutlenek węgla CO ₂	14 - 18
siarkowodór H ₂ S	0,08 - 5,5
wodór H ₂	0-5
tlenek węgla CO	0 - 2,1
azot N ₂	0,6 - 7,5
tlen O ₂	0-1

Metan jest gazem łatwopalnym, nietrującym, bezwonnym i znacznie lżejszym od powietrza. Spalanie następuje według następującego wzoru:



W czasie spalania 1 m³ metanu powstaje około 1,6 kg wody w postaci pary; do spalania 1 m³ metanu potrzeba około 10 m³ powietrza.

Surowiec na BIOGAZ



Surowcem do produkcji biogazu mogą być prawie wszystkie organiczne odpady produkcji rolniczej. Szczególnie przydatne ze względu na skład są odchody zwierzęce w postaci gnojowicy lub obornika.

MATERIAŁ	WYDAJNOSC biogazu m ³ /kg SMO	Czas fermentacji dni
słoma	0,367	78
liście buraków	0,501	14
łody ziemniaczane	0,606	53
łodygi kukurydzy	0,514	52
koniczyna	0,445	28
trawa	0,557	25

Wykorzystanie BIOGAZU



Typowe przykłady wykorzystania biogazu:

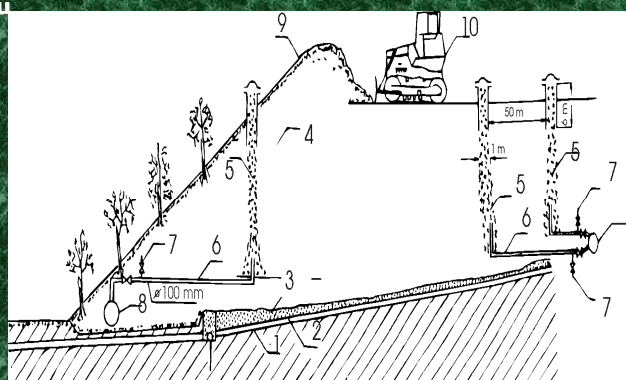
- produkcję energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach,
- produkcję energii cieplnej w przystosowanych kotłach gazowych,
- produkcję energii elektrycznej i cieplnej w jednostkach skojarzonych,
- dostarczanie gazu wysypiskowego do sieci gazowej,
- wykorzystanie gazu jako paliwa do silników trakcyjnych/pojazdów,
- wykorzystanie gazu w procesach technologicznych, np. w produkcji metanolu.

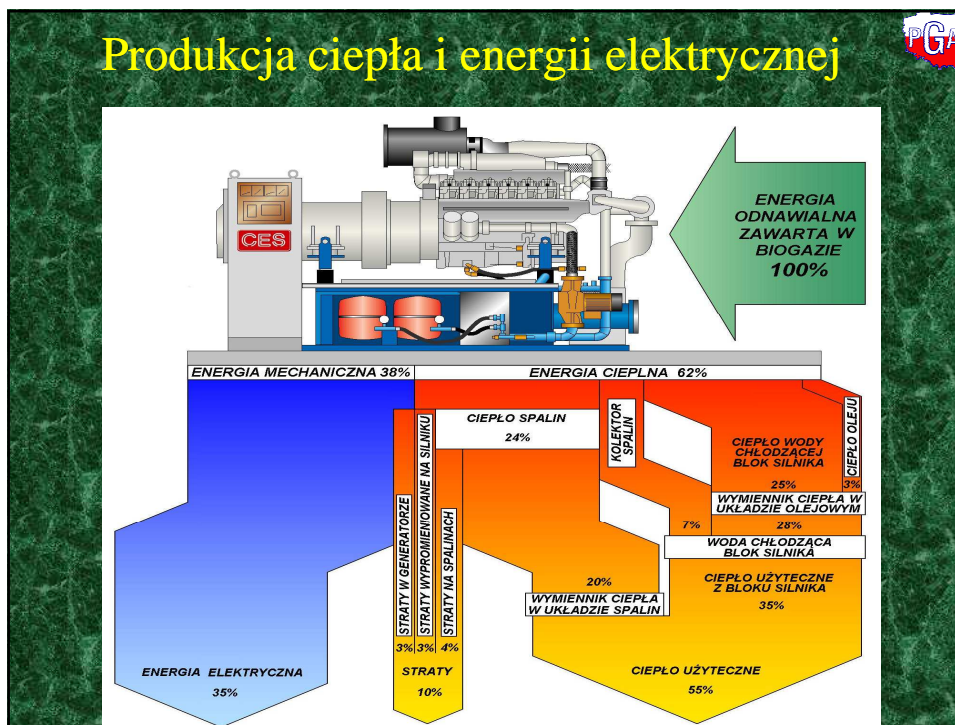
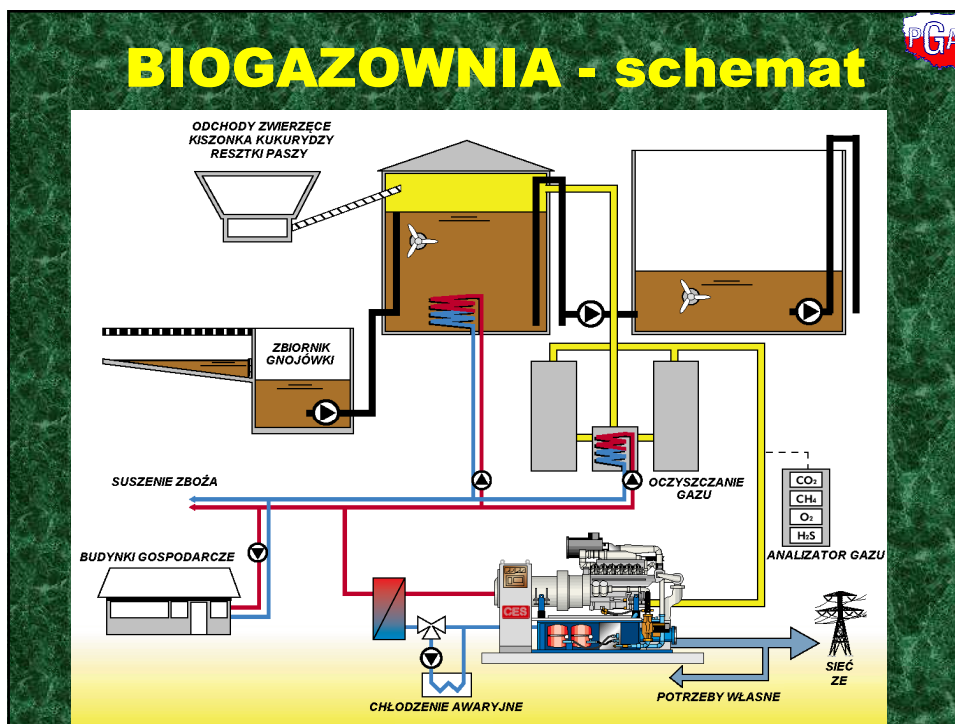
BIOGAZOWNIA



Schemat biogazowni na składowisku odpadów komunalnych.

1. izolacja z folii propylenowej
2. rury drenażowe
3. żwir na podkładzie z piasku
4. ubite śmieci komunalne
5. szyb biogazu
6. rura odsysu biogazu
7. pobór próbki biogazu do analiz
8. kolektor zbiorczy biogazu
9. nasyp ziemi z nawierzchnią trawiastą
10. spychacz





Efekty ekonomiczne, środowiskowe, społeczne



Efekty ekonomiczne:

- tania energia elektryczna i ciepło
- bezpośrednie wpływy ze sprzedaży energii
- dodatkowe zyski ze sprzedaży nawozu lub opłat za utylizację odpadów

Efekty środowiskowe:

- ograniczenie emisji zanieczyszczeń z konwencjonalnych elektro-ciepłowni
- zmniejszenie emisji odorów
- brak zanieczyszczeń powodowanych przez niewłaściwe przechowywanie gnojowicy i obornika
- produkcja nawozu organicznego, łatwo przyswajanego przez rośliny

Wydajność produkcji biogazu z wybranych substratów



KUKURYDZA

plon z 1 ha: ok. 42 t produkcja biogazu: ok. 193m³ / t m.z.

PSZENICA

plon z 1ha: ok. 8 t produkcja biogazu: ok. 454m³ / t m.z.

OBORNIK BYDŁĘCY

produkcja biogazu: 2 m³ / SD / d

GNOJOWICA ŚWIŃSKA

produkcja biogazu: 0,93 m³ / SD /

ODCHODY DROBIU

produkcja biogazu: 3,75 m³ / SD / d



BIOGAZOWNIA – stacja ujęcia gazu



BIOGAZ - zbiornik wstępny



BIOGAZOWNIA - Komora fermentacyjna



Silnik na BIOGAZ

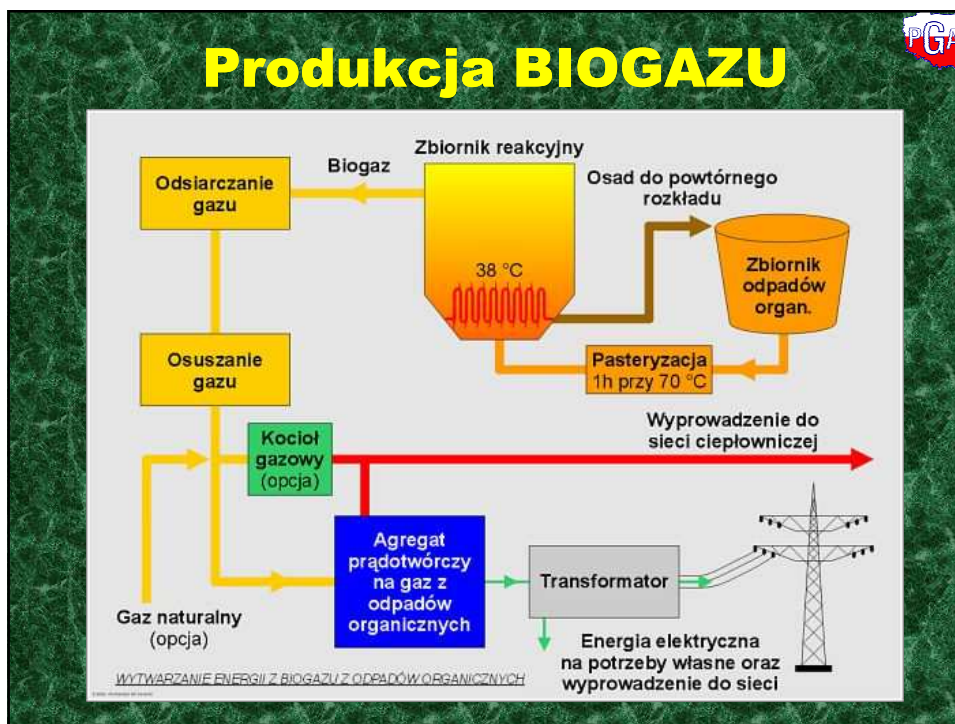


Podstawowe dane:

Moc elektryczna	345 kW
Moc cieplna	471 kW
Energia gazu	952 kW

Sprawność:

elektryczna	36,2%
cieplna	49,5%
całkowita	85,7%



Typowy reaktor wykorzystujący płynne odchody zwierzęce.

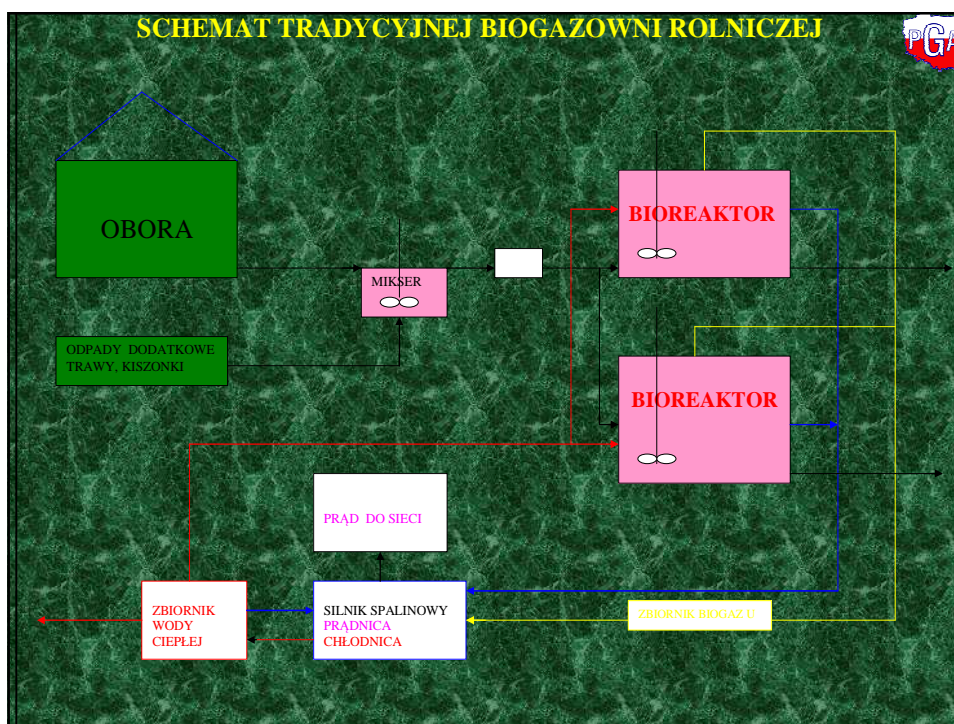


Bioreaktor obornika w kształcie rękawa.



Szczelny kontener do fermentacji stałych pozostałości rolniczych.





Zasoby biomasy

Zasoby potencjału energetycznego, określanie:

- **Słoma**
 - Zasoby, potencjał energetyczny
 - Pozyskanie słomy w funkcji areалу i plonu na ar,
 - Procentowe nadwyżki słomy w gminie ? + - ,
 - Zasoby:

$$Z_{\text{słomy}} = P_z \times J_{\text{s/z}} \text{ [t/rok]}$$

P_z - plon ziarna [t/rok],
 $J_{\text{s/z}}$ - stosunek plonu słomy do plonu ziarna.
 - Energia możliwa:

$$E_{\text{słomy}} = Z_{\text{słomy}} \times 15 \text{ GJ/t} \times 80\% / 3600 \text{ [GWh/rok]}$$
 - Słomę można wykorzystać ze wszystkich gospodarstw większych niż 15ha,
 - Słomę można wykorzystać w 50% gospodarstw mniejszych (5-15 ha).

Odpady drewna (drewno odpadowe z lasu)



Zasoby drewna odpadowego z lasów:

A (zasoby leśne) [ha] → P (przyrost roczny) [m³/ha] → P_{dr} (pozysk drewna)
[70% przyrostu] → 70% cele gospodarcze → Z_e: 25% pozysku na cele energetyczne
+ 5% pozostawienie w lesie.

Zasoby drewna odpadowego z lasu na cele energetyczne:

$$Z_{dr} = A \times P \times P_{dr} \times \% Z_e = A \times P_{dr} \times 0,7 \times 0,25 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

Przyrost masy drewna w lasach:
wartość średnia dla Polski = 3,50 m³/ha,
Małopolska = 3,30 m³/ha - 3,70 m³/ha.

Energia do wykorzystania (przy założeniu: wartość kaloryczna drewna 8GJ/t,
sprawność spalania 60%):

$$E_{drl} = Z_{drl} \text{ [m}^3/\text{rok]} \times 8 \text{ [GJ/m}^3\text{]} \times 60\% / 3600 \text{ [GWh/rok]}$$

E_{drl} średnio na gminę = 1-2 GWh/rok

Uprawy energetyczne



Wierzba szybkorosnąca: Salix; 20 ton suchej wierzby / ha,

- wartość energetyczna 18GJ / t.s.m.,
- 30 % nieużytków i ugorów gminy można przeznaczyć na cele upraw energetycznych,
- energia z upraw energetycznych:

$$E_{ue} = A_{ue} \text{ [ha]} \times 20 \text{ [t.s.m/ha]} \times 18 \text{ [GJ/t]} \times 80\% / 3600 \text{ [GWh/rok]}$$

Biogaz

- Biogaz z:
 - z oczyszczalni ścieków,
 - wysypiskowy,
 - rolniczy (gnojowica, obornik).

• Biogaz z oczyszczalni ścieków:

Energia:

$$E_{bo} = Q \text{ [m}^3\text{/rok]} \times 0,3 \text{ [kg s.m.o. /m}^3\text{]} \times 0,3 \text{ [m}^3\text{ CH}_4\text{/kg s.m.o.]} \times 9,17 \text{ kWh/m}^3 \times 80\% \text{ [MJ/rok]}$$

Q – roczny strumień ścieków, s.m.o. – sucha masa osadu ściekowego

Po uproszczeniu:

$$E_{bo} = Q \text{ [m}^3\text{/rok]} \times 0,66 \text{ [kWh/rok]}$$

- Potencjał rynkowy biogazu z oczyszczalni ścieków do spalania:

Energia:

$$E_{os} = Q \times 0,3 \text{ [kg s.m.o./m}^3\text{]} \times 18 \text{ [MJ/kg s.m.o.]} / 3\,600\,000 \text{ [GWh/rok]}$$

• Biogaz wysypiskowy

Potencjał zasobów:

$$P_{bw} = L_o \times R \times (1 - kc - e^{kt}) \text{ [m}^3\text{ biogazu / rok]}$$

L_o [m³/kg] – ilość biogazu pozyskiwanego na każdy kilogram odpadów (0,2 m³/kg),

R [kg/rok] – szybkość napelniania wysypiska śmieci,

t – liczba lat od kiedy otwarte jest wysypisko,

c – liczba lat od zamknięcia wysypiska (w przypadku istniejącego c=0),

k – odwrotność liczby lat pozyskiwania biogazu,

e – liczba logarytmiczna = 2,718.

Energia z biogazu wysypiskowego:

$$E_{bw} = P_{bw} \times 23 \text{ [MJ/m}^3\text{]} \times 80\% / 3\,600\,000 \text{ [GWh/rok]}$$

• Biogaz rolniczy

potencjał techniczny zasobów:

energia z biogazu rolniczego:

$$E_{br} = P_{bod} \times \text{[m}^3\text{/d]} \times 365 \times 23 \text{ [MJ/m}^3\text{]} \times 80\% / 3\,600\,000 \text{ [GWh/rok]}$$

P_{bod} – produkcja biogazu w przeliczeniu na tonę odpadów [m³/t]
(Przykładowo: bydło – 41, trzoda – 36, drób – 120).

Korzyści z biomasy:



- Niski koszt wytworzenia
- Efektywne zagospodarowanie odpadów
- Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń
- Nowe miejsca pracy
- Szansa na zwiększenie przychodów z rolnictwa
- Mała emisja dwutlenku siarki
- Zerowy bilans dwutlenku węgla (podczas spalania biomasa oddaje tyle CO₂ ile wcześniej pobrała w procesie wzrostu)

Biomasa – polskie przykłady



- Ścinawa
- Mielęcin
- Łomża
- Bielsko –Biała
- Nowa Dęba
- Bochnia

Ścinawa (woj. dolnośląskie)



- Ogrzewanie szkoły, przedszkola oraz dwóch budynków mieszkalnych
- 2 kotły opalane słomą
- Moc cieplna 2x 750kW
- Roczny rynek słomy 800 ton
- Koszt inwestycji 1 188 000zł
w tym 30% SAPARD i 70% WFOŚiGW

Mielęcín (woj. zachodniopomorskie)



- Ferma drobiu o powierzchni 3000m²
- 2 kotły na słomę
- Moc cieplna 2x180kW
- Koszt inwestycji 60 000zł
- Ograniczenie kosztów ogrzewania o 70%

Łomża (woj. podlaskie)



- Biogaz z oczyszczalni ścieków
- Zespół elektrociepłowniczy VITOBLOC FG180
- Średnia miesięczna produkcja biogazu 28 400m³
- Wartość opałowa 20-25MJ/m³

Bielsko-Biała (woj. śląskie)



- Gaz wysypiskowy
- Moc elektrowni 750kW
- Moc cieplna ok. 200kW
- Potrzeby własne -5% produkowanej energii
- Ogrzewanie obiektu Zakładu Gospodarki Komunalnej



Nowa Dęba (woj. podkarpackie)

- Komunalna kotłownia o mocy 8 000kW
- Dwa kotły opalane zrębkami
- Powierzchnia ogrzewana 75 tys. m²
(budynki komunalne, domy prywatne, obiekty przemysłowe)
- Redukcja zanieczyszczeń
(NO_x o 70%; SO₂ o 90%)
- Nowe miejsca pracy
- Źródła finansowania
 - EkoFundusz 45% -D,
 - WFOŚiGW 16% -P,
 - NFOŚiGW 35% -P,
 - środki własne 4%



Bochnia (woj. małopolskie)

- Zakład produkcyjny zużywający 75 ton węgla rocznie
- 2 kotły fluidalne na zrębki drzewne
- Moc cieplna 360kW

