Biopaliwa

Wykład:

Prowadzący:
dr inż. Marcin Michalski
e-mail: marcinmichalski85@tlen.pl

EGZAMINY

- **EGZAMIN WEWNĘTRZNY ON-LINE B22:**
  8 Marzec – I termin
  22 Marzec – poprawka, dodatkowy termin

- **ZAGADNIENIA:**
  Fotowoltaika, 15 pytań - od 11 zaliczenie czas 20 min
- **biomasa, 10 pytań, zaliczenie od 7 czas 15 min**
- **geotermia 10 pytań, zaliczenie od 7 czas 15 min**
-

-

- **EGZAMIN WEWNĘTRZNY ON-LINE B.21**
  10 LUTY – I termin
  24 LUTY – poprawka, dodatkowy termin

  ZAGADNIENIA:
- **Kolektory słoneczne 10 pytań, zaliczenie od 7 czas 15 min**
- **Fotowoltaika - 20 pytań - od 15 zaliczenie czas 25 min**

PLAN PREZENTACJI

1. Co to są biopaliwa
2. Biopaliwa płynne
3. Bioetanol
4. Biodiesel
5. Biopłyny do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła

Co to są biopaliwa ?

Biopaliwa są to paliwa uzyskane drogą przetworzenia produktów pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Ze względu na stan skupienia dzielimy biopaliwa na stałe , ciekłe i gazowe.

Do biopaliw **stałych** zaliczamy miedzy innymi słomę w postaci bel, kostek albo brykietów, granulat trocinowy lub słomiany - tzw. pellet, drewno, siano, a także różne inne przetworzone odpady roślinne.

Biopaliwa **ciekłe** otrzymywane są w drodze fermentacji alkoholowej węglowodanów, fermentacji butylowej biomasy, bądź z estryfikowanych w biodiesel olejów roślinnych.

Biopaliwa **gazowe** powstają w wyniku fermentacji beztlenowej odpadów rolniczej produkcji zwierzęcej na przykład obornika. Tak powstaje biogaz.

Biopaliwa to wszystkie paliwa otrzymywane z biomasy (szczątków organicznych lub produktów przemiany materii roślin lub zwierząt, np. krowiego nawozu).

Co to są biopaliwa ?

-pierwszej generacji (konwencjonalne) – produkowane są z cukru, skrobi, lub oleju roślinnego;
-drugiej generacji (ulepszone) – produkowane są z trwałego surowca. Trwałość surowca jest określana m.in. z perspektywy dostępności surowca, wpływu na emisje gazów cieplarnianych oraz wpływu na bioróżnorodność i zużycie terenu. Obecnie opracowuje się wiele biopaliw drugiej generacji, np.: etanol celulozowy, biowodór, biometanol czy olej napędowy z drewna;
-trzeciej generacji – to biopaliwa produkowane z glonów i innych mikroorganizmów.

Produkcja biopaliw z glonów jest najbardziej wydajna. Znane są metody wykorzystania do tych celów terenów pustynnych. Wzbogacana w CO_2 woda przepływa w foliowych zbiornikach, które eliminują jej parowanie. Półproduktem glonowej hodowli jest białko i tlen. Efektywność glonów jest 30 razy większa niż jakiegokolwiek innego rodzaju pozyskiwania paliwa. Departament Energii USA oszacował, że do pokrycia obecnego zapotrzebowania USA na paliwa wystarczy uprawa glonów na biopaliwo na powierzchni 15 tys. mil kwadratowych (ok. 39000 km^2). Paliwo glonowe stanowi tzw. biopaliwo 3 generacji.

Biopaliwa płynne

W roku 2012 wykorzystywanie biopaliw w transporcie w krajach UE, wyniosło 14,3 Mtoe (biodiesla – 11,31 Mtoe – 82,4%, bioetanolu – 2,89 Mtoe – 17,6%), wzrost o 5% w stosunku do roku 2011. Zużycie wszystkich paliw w transporcie drogowym w Unii Europejskiej, wyniosło 363 Mtoe w 2012 r. Udział biopaliw, wyniósł 3,9%, wobec 6,5%, zakładanych przez dyrektywę – 2003/30/EC w roku 2012 (19,4 Mtoe).

Wzrost produkcji bioetanolu w latach 2011–2012, wyniósł 0,9%, biodiesla 4,0%. Cytowana dyrektywa określa wiele kryteriów, dotyczących procesu produkcji, parametrów, rodzaju wsadu, biopaliw płynnych.

FILM:
https://www.youtube.com/watch?v=jDIag2BOv1k

Biopaliwa płynne

Tab. Wielkość zużycia bioetanolu i biodiesla w transporcie w UE w latach 2011÷2012 w toe

KRAJ	2011			2012		
	Bioetanol	Biodiesel	RAZEM	Bioetanol	Biodiesel	RAZEM
Niemcy	795 142	2 143 929	2 956 746	805 460	2 190 767	3 018 321
Francja	395 651	2 010 570	2 406 221	417 012	2 292 069	2 709 082
Anglia	327 028	729 077	1 056 105	388 722	499 713	888 435
Hiszpania	227 038	1 474 331	1 701 369	208 675	1 718 649	1 927 325
Włochy	85 608	1 286 450	1 372 059	79 597	1 263 288	1 342 885
Szwecja	203 139	212 979	480 489	207 244	314 412	593 049
Polska	178 633	755 255	933 887	153 888	669 437	823 326
UE	2 865 309	10 816 616	13 787 925	2 885 628	11 331 687	14 335 052

Biopaliwa płynne

Tab. Zestawienie wytworzonych i sprzedanych biokomponentów – 2013 r. w Polsce

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Ogółem	Bioetanol	Ester	Czysty olej roślinny
Ilość biokomponentów wytworzonych przez ogół wytwórców:	[ton]	833673	185669	648004	31214
Ilość biokomponentów sprzedanych przez wytwórców na terytorium kraju:	[ton]	586309	37700	548609	68439
Ilość biokomponentów sprzedanych przez wytwórców podmiotom zagranicznym:	[ton]	22699	0	22699	319

Tab. Zestawienie wytworzonych i sprzedanych biopaliw za I kw. 2014 r. w Polsce

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Ogółem	Bioetanol	Ester (samoistne paliwo)
Ilość biopaliw ciekłych wytworzonych przez ogół producentów:	[ton]	197 317	36 548	160 769
Ilość biopaliw ciekłych sprzedanych przez producentów na terytorium kraju:	[ton]	120 041	3 886	116 155
Ilość biopaliw ciekłych przeznaczonych do zastosowania w wybranych flotach **) oraz zużytych przez producentów na potrzeby własne:	[ton]	3 028	0	3 028

Bioetanol

Bioetanol, czyli odwodniony spirytus etylowy, produkowany jest z surowców rolniczych (zboża, ziemniaki, buraki cukrowe), należy do grupy tzw. paliw alkoholowych. Wartość energii 27 MJ/kg lub 21 MJ/l.

Produkcja etanolu z surowców skrobiowych:
– wstępne przygotowanie surowca;
– upłynnianie i hydroliza wielocukrów do cukrów, zdolnych do fermentacji;
– fermentacja etanolowa wodnego roztworu cukru lub hydrolizatu;
– odzysk etanolu z roztworu odfermentowanego.
Technologia bioetanolu jest dwufazowa: w pierwszej fazie gorzelnia, wytwarza *„destylat – alkohol etylowy" (C2H5OH), który w zakładzie odwadniającym, jest od*wadniany do czystości spirytusu (99,8%).

FILM:
https://www.youtube.com/watch?v=f0pqABZzXbM
https://www.youtube.com/watch?v=dC1tHF5vTIk

Bioetanol

Sposoby wykorzystania bioetanolu paliwowego:

Bioetanol może być wykorzystany w przemyśle paliwowym w następującej formie:

– domieszki do benzyn w ilości ok. 5% objętości, bez stosowania żadnych zmian konstrukcyjnych silnika;

– komponentu do wytwarzania wysokooktanowego paliwa E-85;

– substratu do produkcji eteru etylo-tert-butylowego (ETBE) lub eteru metylo-tert-butylowego (MTBE), wysokooktanowego do paliw silnikowych, który jest wytwarzany w reakcji etanolu, metanolu z izobutylenem;

– samoistnego paliwa do silników o zapłonie iskrowym, po uprzednim dokonaniu odpowiednich zmian konstrukcyjnych silnika i układu zasilania;

– substratu do otrzymywania estrów etylowych z olejów roślinnych (biodiesel);

– komponentu do wytwarzania trójskładnikowych mieszanek nadających się do stosowania w silnikach o zapłonie samoczynnym.

Około 30% benzyn zawiera do 5% etanolu, zgodnie z PN-EN228. Rośnie również zapotrzebowanie na etery (MTBE, ETBE). Dodatek spirytusu do benzyny w ilości 5%, pozwala na obniżenie zawartości rakotwórczego ołowiu w benzynie o 50%. Benzyna zawierająca 5% bezwodnego spirytusu, sprzedawana była w Polsce przez szereg lat, pod nazwą etyliny E94E.

Bioetanol

Proponuje się również mieszanki benzynowe o obniżonej akcyzie, zawierające do 2% eterów, a więc nie tylko benzyny zawierające poniżej 5% bioetanolu. Tworzy to nowy rynek zbytu na ziemniaki, ziarno zbóż i melasę, które w dużych ilościach dostarczane są do gorzelni.

W Warszawie i Krakowie testowane są autobusy firmy Scandia w komunikacji miejskiej, zasilane bioetanolem (E95). Bioetanol zakupiono po cenie ok. 2,2 zł/l. Opinie producenta autobusów i użytkowników są pozytywne. Koncern Scandia do końca 2011 r. sprzedał w Polsce ok. 300 autobusów na bioetanol. Firma Volvo oferuje w Polsce samochody osobowe, mogące jeździć na bioetanolu. Zgodnie z dyrektywą 2003/30/WE, zużycie bioetanolu w Polsce w roku 2014 wyniesie ok. 6,7%. Dla Polski oznacza to zużycie ok. 1,42 mln ton toe (ekwiwalent tony oleju napędowego, dla transportu drogowego). Wskaźniki te z pewnością zostaną zrealizowane.

W roku 2013 wyprodukowano w Polsce ok. 185 669 ton bioetanolu i ok. 648 004 ton estrów (MTBE). 15 wytwórców deklaruje łączną zdolność produkcyjną 650 mln litrów rocznie bioetanolu. Do produkcji tego paliwa wykorzystano w 80% zboże, 13% melasę, 2% ziemniaki.

W ostatnich latach największą inwestycją była fabryka bioetanolu o zdolności produkcyjnej ok.180 mln litrów bioetanolu rocznie, firmy BRASCO sp. z o.o. Inwestycję tę zrealizował m.in. Spomasz Pleszew. We wrześniu 2009 r. firma Bioagra w Goświnowicach uruchomiła fabrykę bioetanolu z kukurydzy (przerób 350 tys. ton rocznie) o wydajności 160 mln litrów rocznie. Koszt inwestycji wyniósł ok. 350 mln zł.

Biodiesel

Pod względem chemicznym biodiesel to ester metylowy kwasów tłuszczowych. Powstaje on w wyniku reakcji chemicznej:

olej roślinny (tłuszcz) + alkohol metylowy (w obecności katalizatora) = ester metylowy (RME) + gliceryna.

Wartość energii 37 MJ/kg lub 33 MJ/l = 10 kWh/kg.

Biodiesel może być stosowany, jako paliwo do większości silników diesla. Może być mieszany lub używany samodzielnie.

Zasadniczym surowcem wyjściowym do produkcji biodiesla w Polsce są nasiona rzepaku. Jeśli chodzi o jakość surowca, to obowiązuje zasada: im czystszy surowiec, tym łatwiejszy i tańszy proces oczyszczania estrów. Produkcja biodiesla jest procesem dwuetapowym, łączącym znane technologie mechaniczne stosowane w przemyśle olejarskim z technologiami stosowanymi w przemyśle chemicznym.

W Polsce stosuje się trzy podstawowe technologie olejarskie, uzależnione od skali uzysku produktu finalnego.

a) Duże olejarnie przemysłowe, stosują technologię polegającą na wstępnym tłoczeniu oleju, przy pomocy pras ślimakowych z ziarna uprzednio poddanego kondycjonowaniu w prażalni. Technologia ta, pozwala na uzyskanie trzech produktów końcowych: oleju surowego, oleju poekstrakcyjnego oraz śruty poekstrakcyjnej. Śruta poekstrakcyjna ma zdecydowanie mniejszą przydatność paszową, ze względu na silnie denaturowane białko oraz zawiera resztki rozpuszczalnika.

b) Olejarnie małe, o zdolnościach przerobowych około 50 ton na dobę, stosują proces jedno- lub dwustopniowego tłoczenia na gorąco, oleju z nasion rzepaku. Przed przystąpieniem do procesu właściwego tłoczenia, nasiona są odpowiednio rozdrabniane oraz kondycjonowane. W efekcie otrzymuje się olej surowy, oraz wytłoki. Walory paszowe wytłoków są zdecydowanie większe, niż śruty poekstrakcyjnej (wyższa zawartość białka rozpuszczalnego, wyższa wartość energetyczna, brak resztek rozpuszczalnika).

c) Olejarnie bardzo małe, mające zdolności przerobowe 1÷15 ton na dobę, wykorzystują technologię końcowego tłoczenia na zimno, stosując proces jedno- lub dwustopniowy po uprzednim częściowym rozdrobnieniu nasion i podgrzaniu ich do temperatury nie wyższej niż 45°C.

Także w przypadku drugiego etapu produkcji biodiesla, skala produkcji znacząco determinuje stosowane technologie.

Biodiesel

W zależności od skali produkcji wyróżniamy dwie technologie, otrzymania biodiesla:

a) technologia *„zimna”* (mała skala produkcji), w której proces otrzymywania biopaliwa prowadzony jest w temperaturze rzędu 20÷70°C, z użyciem katalizatorów alkalicznych. Olej rzepakowy tłoczony na zimno, ma mniejszą zawartość organicznych związków fosforu niż olej tłoczony na gorąco. Jednak wydajność oleju z pierwszego tłoczenia jest niska.

b) technologia *„gorąca”* (duża skala produkcji), która wymaga prowadzenia reakcji transestryfikacji w temperaturze 240°C i pod ciśnieniem 10 MPa. Taka technologia wymaga dostępu do źródła taniego ciepła, a także dużej ilości metanolu, który po jednym cyklu, może być ponownie kierowany do procesu. Olej z dwustopniowego tłoczenia, jeśli zawiera dużo fosforu, powinien zostać odszlamowany, przed skierowaniem do procesu transestryfikacji.

Opisane technologie warunkują rozwiązania organizacyjne procesu produkcyjnego. Proces uzyskiwania biopaliwa w technologii *„na zimno”,* może być realizowany w małych zakładach przetwórczych, produkujących do 500 ton biopaliwa rocznie. Technologia *„gorąca”* może być realizowana w większych, w tym w istniejących zakładach chemicznych (tłuszczowych). Za tym rozwiązaniem przemawia prawdopodobieństwo uzyskania niższego kosztu jednostkowego przerobu oleju rzepakowego na biopaliwo.

Biodiesel

Dokładne przedstawienie procesu produkcji biodiesla w małej instalacji domowej wraz z analizą finansową w/w przedsięwzięcia zaczerpnięto z opracowania wykonanego przez Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu (zmieniając cenę komponentów).

Produkcja paliwa zwanego biodieslem oparta jest na oleju rzepakowym estryfikowanym alkoholem. Paliwo to zastępuje olej napędowy, albo go uszlachetnia, przez dodanie ok. 5% estrów oleju rzepakowego do konwencjonalnego oleju napędowego. Z jednej tony ziarna rzepakowego uzyskuje się ok. 350 kg surowego oleju oraz 650 kg wytłoków paszowych. Z uzyskanych 350 kg oleju, po dodaniu 55 litrów alkoholu metylowego i 10 kg wodorotlenku potasu (KOH), uzyskuje się ok. 340 kg paliwa, zwanego biodieslem (RME).

Bilans energii dla biodiesla w uproszczonej formie można przedstawić następująco: z jednej kWh energii potrzebnej do wyprodukowania rzepaku i przetworzenia go w biodiesel, otrzymamy 3 kWh energii przetworzonej (elektrycznej, cieplnej, mechanicznej).

Biodiesel

Od kilkunastu lat w kilku ośrodkach naukowych, firmach w kraju, między innymi w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu (PIMR) prowadzone są prace nad zastosowaniem paliwa ekologicznego z rzepaku do silników ciągników rolniczych. Wyniki badań można streścić w następujący sposób.

1. Wysokoprężne silniki ciągnikowe (Diesla), zasilane paliwem rzepakowym, nie wymagają jakichkolwiek przeróbek konstrukcyjnych. Paliwo rzepakowe, stanowi doskonały zamiennik oleju napędowego. Badania przeprowadzone w PIMR dla silników ciągników rolniczych, potwierdzają, że moc i moment obrotowy silnika praktycznie nie ulegają zmianie.
2. Korzystne właściwości paliwa rzepakowego, w porównaniu z olejem napędowym to przede wszystkim obniżenie emisji siarki i dwutlenku węgla oraz spadek zadymienia spalin. Paliwo to bardzo dobrze rozpuszcza się w oleju napędowym i może być z nim mieszane w dowolnych proporcjach.

   PIMR wykonał i przebadał mini wytwórnię do produkcji paliwa ciągnikowego z oleju rzepakowego. Mini wytwórnia jest przeznaczona do wytwarzania paliwa rzepakowego (biodiesla) w zakładach o charakterze usługowo-przetwórczym tzw. *„agrorafineriach”.* Urządzenia te adresowane są do wiejskich, indywidualnych producentów tego paliwa. Zaleca się, by instalacje te były lokalizowane w pobliżu lokalnych, rzemieślniczych tłoczni oleju rzepakowego, wytwarzających podstawowy surowiec do produkcji paliwa, tj. surowy olej rzepakowy.

Biodiesel

Tab. Porównanie parametrów technicznych

Wyszczególnienie	Olej napędowy	Biodiesel (diester)
Gęstość g/cm^3	0,92	0,88
Liczba cetanowa	48–50	54–56
Temp. zapłonu	60°C	168°C
Temp. blokady zimnego filtra	0 do –12°C	ok. –10°C
Lepkość przy 20°C	3,8	7,4
Wartość opałowa MJ/kg	42–45	37–39

Biodiesel

Proces otrzymywania paliwa oparty jest na bezpiecznej, niskotemperaturowej i niskociśnieniowej technologii. Paliwo, produkty uboczne oraz technologia omawianej metody, nie zagrażają środowisku. W trakcie wyciskania oleju z nasion i estryfikacji metanolowej, wskazane jest, aby produkty uboczne, tj. makuchy i gliceryna, były wykorzystane bezpośrednio na terenie gospodarstwa rolnego. Wpłynie to korzystnie na ekonomikę całego przedsięwzięcia. Makuchy mogą stanowić treściwy dodatek do pasz, natomiast glicerynę, można wykorzystać, po rozwodnieniu, do wzbogacenia nawozów naturalnych (obornika, gnojowicy).

Biodiesel jest bardziej ekologiczny w stosunku do ON (zawartość siarki tylko 18 mg/kg), jest odnawialny i nietoksyczny. Przypadkowo rozlany na glebę, ulega biodegradacji w ciągu 21 dni. W opracowanym przez PIMR urządzeniu, proces estryfikacji paliwa rzepakowego trwa ok. 30 minut, natomiast proces sedymentacji grawitacyjnej jest procesem długotrwałym wynoszącym ok. 16 godzin. Praktyczna wydajność wynosi jeden zbiornik na dobę (400 l). Dla celów przeróbki oleju rzepakowego na paliwo ciągnikowe w warunkach wiejskich, optymalne pod względem ekonomicznym, są rafinerie o pojemnościach 160÷400 litrów.

Biodiesel

W 1998 r. Instytut opracował dokumentację konstrukcyjną wytwórni paliwa rzepakowego o wydajności 400 litrów na dobę. W celu wdrożenia wytwórni paliwa rzepakowego podpisano umowy wdrożeniowe z kilkoma podmiotami gospodarczymi, które produkują te urządzenia, dla indywidualnych nabywców. Koszt takiego urządzenia o wydajności 400 litrów paliwa na dobę, produkowanego w małych seriach, nie powinien przekraczać 50 tys. zł (rok 2014).

Wytwórnia wraz z tłocznią może być zainstalowana w zaadaptowanym przez użytkownika pomieszczeniu o powierzchni ok. 25 m2 i wysokości 3,5 m. Niezbędne jest odprowadzanie par ze zbiorników wytwórni, za pomocą przewodów rurowych oraz wentylacja ogólna pomieszczenia. Instalacje: wentylacyjna i elektryczna, muszą odpowiadać warunkom ustalonym ze względu na niebezpieczeństwo pożaru lub wybuchu. Oprócz tego producent musi posiadać zezwolenie z właściwego „Sanepidu" na zakup i przechowywanie metanolu, który jest jednym z podstawowych surowców, niezbędnych przy reestryfikacji oleju rzepakowego.

FILM:
https://www.youtube.com/watch?v=2qn3B9EG1pY

Biodiesel

Konkurencyjność cenową paliwa rzepakowego w małych instalacjach, można osiągnąć tam, gdzie produkty uboczne będą wykorzystane na terenie gospodarstwa rolnego i zostaną zminimalizowane koszty transportu surowców.

Najistotniejszą pozycję w kosztach produkcji biodiesla stanowi cena nasion rzepaku (ok. 65%). W roku 2014 ceny rzepaku oscylują w granicach 2000 zł/tonę.

Inne koszty przedstawiają się następująco:
– cena metanolu technicznego tj. ok. 1500 zł/tonę, czyli 1,5 zł za 1 litr;
– cena katalizatora kształtuje się na poziomie ok. 3,5 zł/kg.

Dodatkowe dochody przy produkcji biodiesla to:
– wytłoki rzepakowe ok. 550 zł/tonę;
– gliceryna ok. 1000 zł/m3

Koszty finansowe i amortyzacja:
– koszt zakupu wytwórni paliwa *„W-400” ok. 35 000 zł;*
– prasa do wyciskania oleju ok. 30 000 zł;
– zbiorniki oleju i zbiorniki-rozdzielacze faz ok. 10 000 zł;
– adaptacja pomieszczeń (system wentylacyjny, magazyn trucizn, itp.) = 30 000 zł.

Razem koszty finansowe to około 105 000 zł.

Wpływ finansowych i amortyzacji na cenę paliwa (okres amortyzacji 10 lat):

$$\frac{105\ 000\ [\text{zł}]}{10\ [\text{lat}] \cdot 84\ 500\ [\text{l/rok}]} \cong 0{,}13\ [\text{zł/l}]$$

Na podstawie powyższych danych obliczono koszt netto, wyprodukowania jednego litra paliwa rzepakowego w wytwórni o wydajności 400 litrów na dobę.

Przyjmując, że do procesu należy w skali roku dostarczyć:

– 300 ton rzepaku;
– 13,1 m3 metanolu;
– 1521 kg katalizatora;

oraz, że w wyniku procesu technologicznego powstanie:

– 84 500 litrów paliwa rzepakowego;
– 230 ton wytłoków na cele paszowe;
– 29,8 m3 gliceryny nieoczyszczonej.

Biodiesel

Tab. Wydatki i przychody przy produkcji biopaliwa

Koszty produkcji				Wpływy ze sprzedaży produktów			
Ziarno	300 t · 2000 zł/t	=	600 000 zł	Wytłoki	230 t · 550 zł/t	=	126 500 zł
Wyciśnięcie oleju	300 t · 200 zł/t	=	60 000 zł	Gliceryna	29,8 m^3 · 1000 zł/t	=	29 800 zł
Metanol	13100 dm^3 · 1,5 zł/litr	=	19 650 zł				
Katalizator	1521 kg · 3,5 zł/kg	=	5324 zł				
	Suma	=	684 974 zł		Suma	=	156 300 zł

Cena produkcji 1 litra paliwa rzepakowego wyniesie:

$$\frac{684\ 974\ [\text{zł}] - 156\ 300\ [\text{zł}]}{84\ 500\ [\text{l/rok}]} + 0{,}13\ [\text{zł/l}] \cong 6{,}09\ [\text{zł/l}]$$

Biodiesel

Na podstawie powyższych obliczeń można wysnuć jeden wniosek.

Cena rzepaku w roku 2014 jest tak wysoka, że produkcja biopaliw w małych instalacjach, bez dofinansowania i zwolnień z obciążeń fiskalnych, jest nieopłacalna.

Badania w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu (PIMR) prowadzone były pod koniec lat dziewięćdziesiątych, od tego czasu, ceny rzepaku, urządzeń, przepisów dotyczących produkcji biodiesla w małych instalacjach, zmieniły się na tyle, że produkcja biodiesla w tego typu instalacjach stała się nieopłacalna.

Prof. dr hab. inż. Józef Szlachta z Instytutu Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, dokonał analizy opłacalności produkcji biopaliwa w agrorafinerii *„Jawrol”* w Sokolej. Wyniki badań, dotyczące rachunku ekonomicznego, przy produkcji biopaliwa rzepakowego, dla różnych wariantów produkcji, są zbieżne z przedstawionymi powyżej:

– opłacalność produkcji biopaliwa w Polsce, zależy od poziomu cen nasion rzepaku, który stanowi ok. 63÷65% kosztów ogółem oraz od cen zbytu produktów ubocznych, jak makuchy, gliceryna;

– produkcja biopaliw w agrorafineriach z przeznaczeniem na cele własne może być przedsięwzięciem opłacalnym, pod warunkiem zwolnienia jej z dodatkowych obciążeń fiskalnych, dofinansowania jej z funduszy UE i niższej cenie rzepaku.

Biodiesel

Mała instalacja do produkcji biopaliwa

Biodiesel

Istnieje konieczność, aby przy wykonywaniu bilansu brać również pod uwagę:

- **zapisy zawarte w aktach prawnych, dotyczących promocji biopaliw (preferencje: w podatku, akcyzie, kredytach, dofinansowaniu),**
- **aktualną cenę: urządzeń, rzepaku, komponentów, itd.**

Jednak 2 tys. zł za tonę rzepaku jest ceną zaporową.

Doświadczenia własne oraz naszych zachodnich sąsiadów pokazują, że dzięki produkcji biopaliwa, poprawił się bilans energetyczny i handlowy państwa, a także zwiększyło się zatrudnienie oraz spadły ceny używanej na pasze śruty. Produkcja taka jest o tyle cenna, że jest bezodpadowa. Makuchy rzepakowe można np. wykorzystywać na pasze. Słoma rzepakowa świetnie nadaje się na kompost lub jako składnik peletów. Powstająca przy produkcji gliceryna ma czystość 95%, a więc może być wykorzystywana w przemyśle kosmetycznym.

Również przepracowane oleje roślinne przemysłu spożywczego można używać do produkcji biopaliw. Dzięki biododatkom w paliwach, chronimy też środowisko, bo zmniejsza się emisja szkodliwych gazów do atmosfery.

Największe koncerny na świecie zajmujące się produkcją maszyn rolniczych i silników wysokoprężnych wyraziły opinię, że nie widzą przeciwwskazań do stosowania w ich produktach, biopaliwa z rzepaku. W procesie spalania biopaliwo, nie emituje związków siarki i poprawia właściwości smarne.

Biodiesel

Inwestycja w biopaliwa długofalowo może przynosić zyski zarówno rolnikom, gminom jak i środowisku. Niestety biopaliwa nie przynoszą zadawalających zysków firmom petrochemicznym, które muszą go dodawać do oleju napędowego. Powierzchnia plantacji rzepaku w roku 2014 wyniosła ok. 840 tys. hektarów i zebrano ok. 2,3–2,5 mln ton ziarna. Na cele energetyczne przeznaczy się ok. 2,1 mln ton ziarna.

Średnia cena rzepaku energetycznego w roku 2014 wyniosi ok. 2000 zł/t.

Według doradców z Małopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Karniowicach problemem, z którym borykają się rolnicy, zamierzający uruchomić instalacje do produkcji biodiesla, jest duża ilość wymogów formalno-prawnych.

W roku 2013 produkcja estrów rzepakowych w naszym kraju wyniosła około 650 tys. ton.

W Polsce z rzepaku od roku 2013, duże firmy, rocznie produkują ok. 620 tysięcy ton biopaliwa B100 – czyste estry (zamiennik dla tradycyjnego oleju napędowego), B10, B20 (10%, 20% udziału biodiesla i odpowiednio 90%, 80% oleju napędowego w paliwie).

Biodiesel

Widok hali produkcyjnej biodiesla

Biodiesel

W dniu 25 sierpnia 2006 roku Sejm RP przyjął ustawę o biokomponentach i biopaliwach ciekłych, a Rząd wydał stosowne rozporządzenia (m.in. dotyczące zerowej stawki akcyzy na biodiesel). Działania te spowodowały, że od roku 2007 uruchomiono kilka przemysłowych instalacji produkujących biodiesel (np. Trzebinia, Ester Oils, Lotos Biopaliwa). Spodziewany jest dalszy rozwój tej gałęzi przemysłu.

Biopaliwa w Unii Europejskiej stosowane są z dużym powodzeniem od wielu lat. Obok Niemiec i Włoch, największym potentatem w ich produkcji jest Francja, która ma cztery duże fabryki przetwarzające rzepak na biopaliwo. Szacuje się, że Francuzi rocznie produkują ok. 700 tys. ton RME, dodatku do oleju napędowego.

Testowanie paliwa rzepakowego przeprowadza również Polskie Wojsko. Na podwrocławskim poligonie jeżdżą czołgi i wozy bojowe napędzane ekologicznym paliwem. Próby na czołgu T-72 i Bojowym Wozie Piechoty-1 (BWP-1) wypadają pomyślnie. Wojskowi mają plan systematycznego korzystania z oleju. Naukowcy wojskowi potwierdzają zalety oleju rzepakowego: jest ekologiczny, nie zanieczyszcza powietrza dwutlenkiem węgla, ulega biodegradacji po 2 tygodniach, silniki zużywają go oszczędniej niż inne paliwo, jest tańszy. Nad udoskonaleniem parametrów technicznych biodiesla trwają prace badawcze. Ważne jest jednak to, że paliwo kolejne próby przeszło pomyślnie.

Obecnie Unia Europejska wspiera lokalną przedsiębiorczość w zakresie biopaliw transportowych, licznymi projektami badawczymi, wdrożeniowymi oraz informacyjno-promocyjnymi, realizowanymi także w Polsce, np. w Instytucie Paliw i Energii Odnawialnych.

Biodiesel

Niektóre właściwości olejów roślinnych odbiegają jednak wartościami od właściwości naftowych olejów napędowych.

Niektóre z nich, różnią się na tyle poważnie, że uniemożliwiają stosowanie olejów roślinnych do standardowych silników o zapłonie samoczynnym Diesla, zwłaszcza w niskich temperaturach.

- **Lepkość oleju roślinnego** badana w temperaturze 20°C jest ok. 15–20 razy większa, od lepkości oleju napędowego.
- **Gęstość** oleju roślinnego jest o ok. 10% większa, od gęstości oleju napędowego.
- **Duża lepkość i napięcie powierzchniowe**, są przyczyną gorszego rozpylania paliwa (olej rzepakowy ma większą do 4 razy średnicę kropel w porównaniu do oleju napędowego). Duże krople powodują, że rośnie zasięg rozpylonej strugi, więc część kropel, może nie ulegać spaleniu, osadzać się na ściankach cylindra i przenikać do oleju smarnego.
- W temperaturze poniżej –10°C stosowanie oleju rzepakowego, jako paliwa jest niemożliwe, gdyż jego konsystencja staje się podobna do margaryny. W przeciwieństwie do oleju napędowego, gdzie na filtrze paliwa krystalizują węglowodory parafinowe, w oleju rzepakowym w niskich temperaturach wydzielają się kryształy, estrów nasyconych kwasów tłuszczowych.
- Oleje roślinne zawierają więcej wody niż oleje naftowe, krystalizująca woda, przyspiesza zablokowanie filtru paliwa.
-

Biodiesel

- Oleje roślinne, znacznie różnią się lotnością, od oleju napędowego. Blisko 80% objętości oleju rzepakowego, destyluje powyżej 250˚C, przy różnicy temperatur wynoszącej 30–50˚C, podczas gdy olej napędowy, destyluje z różnicą temperatur 150–180˚C.
- Zawartość fosforu w oleju roślinnym, zależy głównie od zastosowanej technologii pozyskiwania oleju z nasion oraz jego oczyszczania. Jego obecność (fosforu), może mieć wpływ na procesy wytwarzania osadów w komorze spalania.
- Wysoka średnia temperatura wrzenia, oleju rzepakowego, wpływa na przebieg procesu odparowania i spalania w silniku.
- Użytkownicy samochodów z silnikami diesla, zwracają również uwagę na niekorzystne oddziaływanie tego paliwa na gumowe węże, przewody paliwowe. Zanieczyszczenia z baku są wypłukiwane przez biodiesel i osadzają się w filtrach paliwowych.
- Biodiesel blokuje również zimny filtr paliwa, w temperaturze wyższej niż dzieje się to, w przypadku oleju napędowego.

Biopłyny do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła

Technologia, oparta na spalaniu biopaliw płynnych w kogeneracji, jest w Polsce na bardzo wczesnym etapie rozwoju, natomiast osiągnęła już dojrzałość rynkową w Niemczech.

Instytut Energetyki Odnawialnej wykonał analizę ekonomiczną przykładowego rozwiązania technicznego. Jako instalację referencyjną, odpowiadającą krajowym realiom, wybrano projekt o mocy 25 MWel oraz mocy cieplnej 16 MWth, planowanej do realizacji przez jeden z krajowych koncernów energetycznych, oparty na koncepcji budowy bloku kogeneracyjnego zasilanego olejami roślinnymi, głównie olejem rzepakowym. Dodatkowo, jako dane uzupełniające do stworzenia założeń i opracowania modelu rynkowego instalacji na biopaliwa płynne, przyjęto dane z rynku niemieckiego, gdzie rozpowszechnione są systemy kogeneracyjne na tego typu paliwa.

Relatywnie wysoki koszt inwestycyjny tej technologii oraz znaczny koszt eksploatacyjny, wynikający z konieczności pozyskania biopaliw, przełożył się na założenie, że w pierwszej kolejności największą opłacalność zdobędą inwestycje większej skali o charakterze komunalnym lub przemysłowym. W obiektach tych zarówno charakter instalacji jak i rodzaj stosowanego paliwa będzie istotnie determinował lokalizację zakładu oraz możliwości wykorzystania lub sprzedaży wytworzonych nośników energii, w tym również wytwarzanego ciepła, zwiększając w ten sposób rentowność inwestycji, dlatego założono jako standardowe rozwiązanie wykorzystanie w w/w systemach kogeneracji.

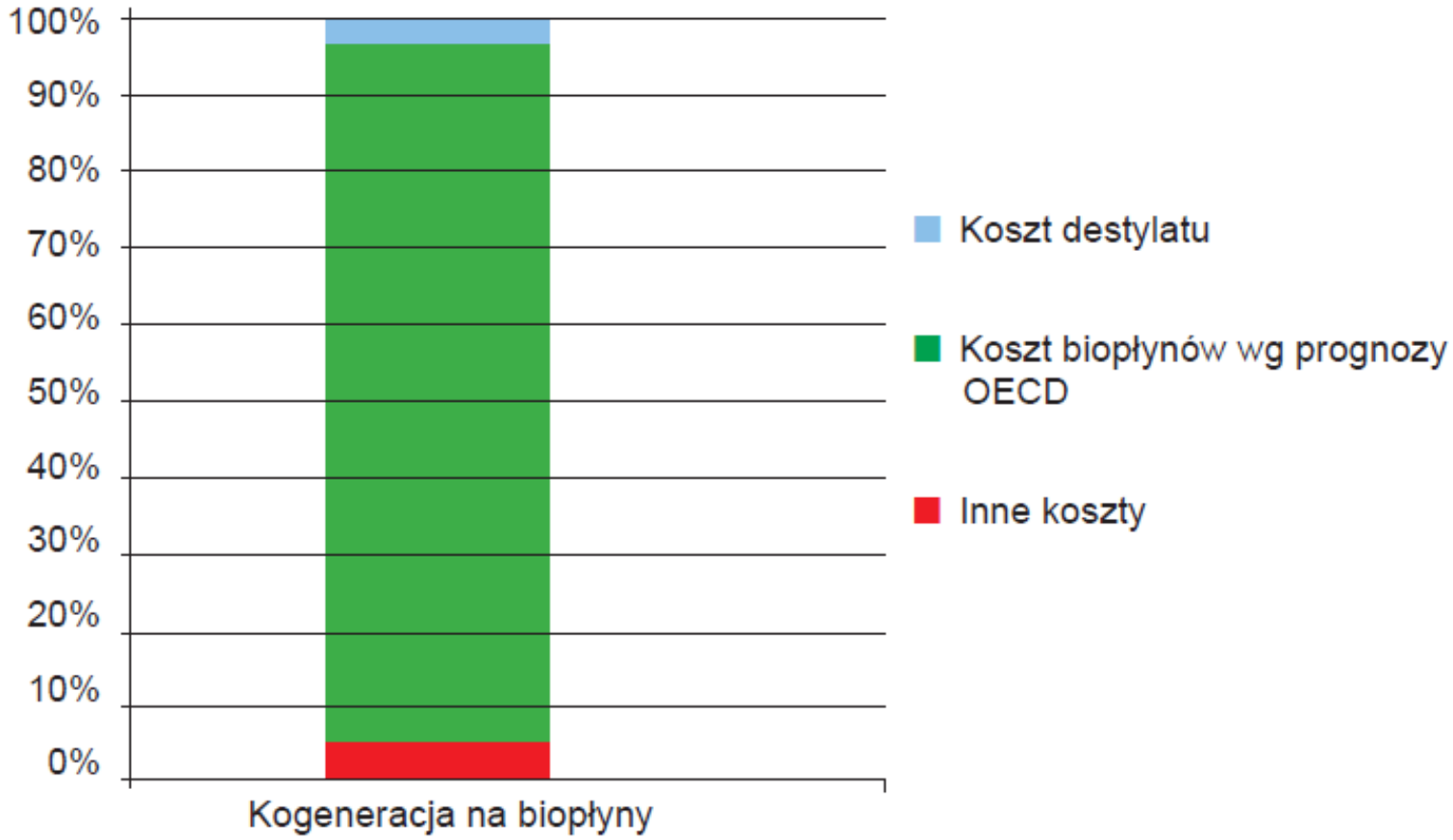
Założenia odnośnie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych

Z uwagi na utrudnienia w pozyskaniu rzeczywistych danych rynkowych dla działających instalacji, do obliczeń dla elektrociepłowni na biopłyny przyjęto zagregowaną wartość nakładów inwestycyjnych na podstawie danych szacunkowych dla wybranego projektu referencyjnego, przy czym w strukturze (CAPEX) największy udział stanowią koszty agregatu CHP. Pozostałe składniki nakładów inwestycyjnych dla systemów kogeneracyjnych dla biopłynów stanowią: izolacja akustyczna, katalizator, układ smarowania, sterowanie i automatyka, wentylacja oraz koszt prac budowlanych. Udział kosztu agregatu w stosunku do pozostałych składników kosztów projektu rośnie dla instalacji o wyższej mocy i może dochodzić do ok. 90% wartości nakładów.

W strukturze kosztów eksploatacyjnych, zdecydowanie dominują koszty zakupu biopaliw, które mogą stanowić nawet ok. 96% kosztów całkowitych. Według danych z rynku niemieckiego największe zastosowanie jako paliwo w systemach kogeneracyjnych na biopłyny mają głównie oleje roślinne, z dużym udziałem olejów rzepakowych. Do szczegółowej analizy ekonomicznej przyjęto jako surowiec oleje roślinne. Do obliczeń założono cenę paliwa na poziomie 3700 zł/t na podstawie prognozy OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021.

Tab. Zestawienie danych przyjętych do modelu dla biopłynów

Kogeneracja na biopaliwa płynne	
Parametry instalacji	**Instalacja o mocy 25 MWel i 16 MWth**
Moc elektryczna instalacji referencyjnej [MW]	25
Jednostkowe nakłady inwestycyjne [tys. zł/MW]	6 505
Jednostkowe koszty eksploatacyjne [tys. zł/MW/rok]	5 696
Współczynnik wykorzystania mocy [h/rok]	8 000



Założona struktura kosztów eksploatacyjnych dla systemów wytwarzania energii elektrycznej i ciepła na biopłyny

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Prowadzący:
dr inż. Marcin Michalski
e-mail: marcinmichalski85@tlen.pl