

Materiały szkoleniowe



Biopaliwa – dane podstawowe



Spis treści

1. Bioetanol	2
2. Biodiesel.....	7
3. Biometan	12
4. Dane charakterystyczne biopaliw	17

1. Bioetanol

Czym jest bioetanol?

Bioetanol (nazywany również etylem lub alkoholem zbożowym) jest czystą, bezbarwną cieczą, otrzymywaną na drodze fermentacji, właściwie z każdego surowca będącego źródłem cukru lub skrobi, jak np. trzcina cukrowa, kukurydza, pszenica oraz buraki cukrowe. Biomasa celulozowa (np. trawy, ścinki drzewne oraz odpady organiczne) może być również wykorzystana do produkcji bioetanolu, dzięki zaawansowanym technikom przetwarzania.

Na świecie, etanol jest jednym z najczęściej wykorzystywanych paliw alternatywnych, a to za sprawą jego popularności w obu Amerykach – w Brazylii, większość samochodów jest napędzana bioetanołem z trzciny cukrowej, czy to w postaci czystego alkoholu, czy też jako mieszanki z benzyną. Niskoprocentowe mieszanki z bioetanołem, mogą być stosowane w silnikach benzynowych (z zapłonem iskrowym) przy niewielkich modyfikacjach lub nawet bez żadnych zmian – „E10” jest mieszanką 1:9 etanolu i benzyny (znaną jako „gazohol”). Wysokoprocentowe mieszanki wymagają modyfikacji silnika lub jego ponownej regulacji. Bioetanol może być wykorzystywany w pojazdach „dual fuel” z silnikami diesla.

Produkcja bioetanolu

Trzcina cukrowa (Brazylia) i kukurydza (USA) są głównymi surowcami używanymi do produkcji bioetanolu (w oryginale biodiesla, ale chyba to jest błąd), ze względu na tradycję i przyzwyczajenie do tych upraw. W Europie bioetanol jest komercyjnie produkowany z roślin zbożowych (50%), buraków cukrowych (30%) oraz jęczmienia (20%). W 2005 roku produkcja bioetanolu w Europie przekroczyła 910 milionów litrów, przy wzroście o 73% względem roku poprzedniego. Europejskie centra produkcji znajdują się w Hiszpanii, Niemczech, Szwecji oraz Francji.



Leaves of sugar cane plant (*Saccharum*)

W przypadku roślin cukrowych, rośliny najpierw są prasowane i moczone, w celu pozyskania z nich cukru. Następnie do pulpy dodawane są drożdże, aby cukier sfermentował i wytworzył się alkohol oraz dwutlenek węgla. Dalej powstała ciecz jest *destylowana* w celu otrzymania alkoholu o odpowiednio wysokim stężeniu. Jeżeli etanol będzie docelowo mieszany z benzyną, pozostała woda jest z niego usuwana w celu otrzymania „etanolu bezwodnego”. Jeżeli materiałem do produkcji jest trzcina cukrowa, jej wyłoczeki (włókna składające się z celulozy i ligniny, pozostałe po odsączeniu soków z trzciny) są zazwyczaj spalane, aby zapewnić energię całemu procesowi.

Jeżeli do produkcji używane są rośliny zbożowe, proces produkcji zaczyna się najpierw od rozdzielania, czyszczenia i mielenia. Do przekształcenia skrobi na fermentowalne cukry, używa się enzymów amylazy. Dalszy proces jest podobny do tego z użyciem roślin cukrowych, z tą różnicą, iż do wytworzenia ciepła potrzebnego w procesie stosuje się paliwa kopalne (zazwyczaj gaz ziemny). Proces przetwarzania ziarna na etanol daje kilka produktów ubocznych, takich jak bogata w białko pasza

dla zwierząt, (np. wywar zbożowy wysuszony wraz z odciekiem – DDGS (distillers dry grain soluble)) oraz środki słodzące, w zależności od użytych roślin i procesu.

Uprawa roślin energetycznych do produkcji biopaliw wywołuje problem wykorzystania ziemi uprawnej, dotyczący eksploatacji jej potencjału na produkcję żywności lub zmianę upraw na produkcję roślin jadalnych na potrzeby przetwarzania przemysłowego. W wielu badaniach próbowano ocenić wymagania roślin na produkcję bioetanolu względem ziemi uprawnej. Obliczono (posłużono się średnią ważoną, z uwzględnieniem typów roślin), iż w Europie średnio można uzyskać około 2790 litrów bioetanolu z hektara (w oparciu o zbiór 7 ton z hektara oraz 400 litrów paliwa z tony roślin), jednakże wynik ten jest niejednakowy dla różnych rodzajów uprawianych roślin. Ponadto badania wskazują, że w celu zastąpienia zużycia paliwa w 5% bioetanołem, w Europie do roku 2010, potrzeba by przeznaczyć na uprawy roślin energetycznych około 5% wszystkich terenów uprawnych – czyli dokładnie tyle ile się przewiduje przeznaczyć na produkcję biopaliw.

Bioetanol może być z powodzeniem produkowany w klimacie umiarkowanym, jednak klimat tropikalny oraz różnorodność upraw np. w Brazylii pozwalają uzyskać więcej biopaliwa z hektara – z trzciny cukrowej można uzyskać 6200 litrów z hektara (w oparciu o zbiór 69 ton z hektara i 90 litrów paliwa z tony trzciny). W Indiach również uzyskuje się dużą ilość paliwa z hektara upraw trzciny, tj. na poziomie 5300 l/ha. Jest to mocny argument, aby importować pewną ilość bioetanolu, w celu pokrycia europejskiego zapotrzebowania. Badania również wykazały, iż w przypadku, gdyby bioetanol stał się towarem ogólnosiwiatowym, głównymi eksporterami byłyby Ameryka Południowa, Indie, Południowo-Wschodnia Azja oraz Afryka.

Innym podejściem jest wprowadzenie nowych roślin do procesu przetwarzania, dających większe plony i produkcję bioetanolu w klimacie umiarkowanym. Trwają prace nad kilkoma procesami, które umożliwią przetworzenie biomasy celulozowej (oprócz cukrów i skrobi) na bioetanol, przy jednoczesnym wykorzystaniu składników ligninowych roślin na potrzeby procesu produkcji biopaliwa. Badane metody przetwarzania zawierają przetworzenie celulozy na cukry pięcio- i sześciowęglowe (*scukrzanie*) czy to przez procesy fizyczne i chemiczne jak np. hydrolizę kwasową, czy też przez użycie enzymów biologicznych. Zaawansowane systemy będą łączyły etapy scukrzania i fermentacji w jednym zbiorniku, gdzie celuloza, enzymy oraz mikroorganizmy fermentacji utworzą jeden „zbiór mikrobowy”. Roślinami, które mogą nadawać się do bioprzetwarzania hydrolizy enzymatycznej, są szybko rosnące topole oraz proso różgowe (*Panicum virgatum*).

Bioetanol, jako paliwo dla pojazdów

Bioetanol dobrze nadaje się, jako paliwo dla pojazdów – jest płynny w temperaturze pokojowej i może być przechowywany w podobny sposób do konwencjonalnych paliw. Alkohol ma wysoką liczbę oktanową, co pozwala na zwiększenie stopnia kompresji, co zwiększa wydajność silnika i jego osiągi. To, że alkohol jest dobrym paliwem, można zaobserwować w sportach motorowych, gdzie jest on bardzo często stosowany. W porównaniu z benzyną, bioetanol ma mniejszą wartość opałową, co sprawia, iż pojazdy na bioetanol zużywają więcej paliwa na kilometr (nawet 50% więcej). Bioetanol może być stosowany, w przystosowanych pojazdach, w czystej postaci lub w jako roztwór wodny (4% wody) lub w zwykłych samochodach, jako mieszanka odwodnionego bioetanolu z benzyną.

Przystosowanie samochodu, z tradycyjnym silnikiem o zapłonie iskrowym, do stosowania czystego bioetanolu, wymaga regulacji zapłonu (oraz elektronicznych układów sterowania silnika) oraz zainstalowania większego baku paliwa, ze względu na niższą wartość opałową bioetanolu. Ponieważ alkohol może degradować pewne

elastomery oraz przyspieszać korozję niektórych metali, zastąpienie pewnych elementów może okazać się niezbędne. Bioetanol w czystej postaci ulega bardzo powolnemu parowaniu w niskich temperaturach – z tego powodu, pojazdy na paliwo etanolowe E100, mogą mieć trudności z rozruchem np. w zimie. Z tego względu, bioetanol jest za zwyczaj mieszany z niewielką ilością paliwa, aby poprawić zapłon (E85 jest popularną mieszanką wysokoprocentową).

Niskoprocentowe mieszanki bioetanolu (do E10) mogą być stosowane w większości tradycyjnych silników (większość producentów dopuszcza ich stosowanie zgodnie z



Saab Bio-Power flex-fuel vehicle being refuelled with E85

warunkami gwarancji) i mogą nawet nieznacznie poprawić ich osiągi. W praktyce, ze względu iż bioetanol jest coraz częściej stosowany jako dodatek natleniający (w celu poprawy spalania) zastąpienie eteru metylo-tert-butyłowego – MTBE (wycofanego ze względów zdrowotnych), wielu kierowców używa już bioetanolu nawet o tym nie wiedząc. Stosowanie mieszanek E5-E10, pozwala na uniknięcie przeszkód, jakie

napotykają mieszanki wysokoprocentowe; tj. dedykowana infrastruktura paliwowa i sieć dystrybucji. Brazylia udowodniła, iż wprowadzenie do dystrybucji i stosowania średnio procentowych mieszanek (E20-E25) jest możliwe na skalę krajową.

Jednym z ostatnich znaczących kroków w rozwoju pojazdów flex-fuel (FFVs) jest rozwiązanie pozwalające na stosowanie mieszanek bioetanolu nawet do E85 (85% bioetanolu i 15% benzyny). Układ sterowania silnikiem automatycznie rozpoznaje paliwo i odpowiednio dostosowuje zapłon i sterowanie. Na przełomie roku 2005 i 2006 Ford, Volvo i Saab wprowadziły modele FFV na bioetanol na rynku Europejskim – ponad 15 000 Fordów Focus flex-fuel zostało sprzedanych w Szwecji, gdzie blisko 200 stacji benzynowych sprzedaje paliwo E85.

Mniej powszechne, lecz technicznie możliwe, jest stosowanie bioetanolu w samochodach dual-fuel z silnikami diesla: ciężkie pojazdy zwane „E-diesel”, w których biopaliwo jest rozpylane i dodawane do powietrza, zanim zostanie zmieszane i spalone z olejem napędowym. W Europie sukcesem zakończyły się testy z użyciem mieszanki paliwa składającej się w 80% z oleju napędowego, 15% bioetanolu i 5% dodatków rozpuszczających.

Energia Bioetanolu oraz jego wpływ na emisję

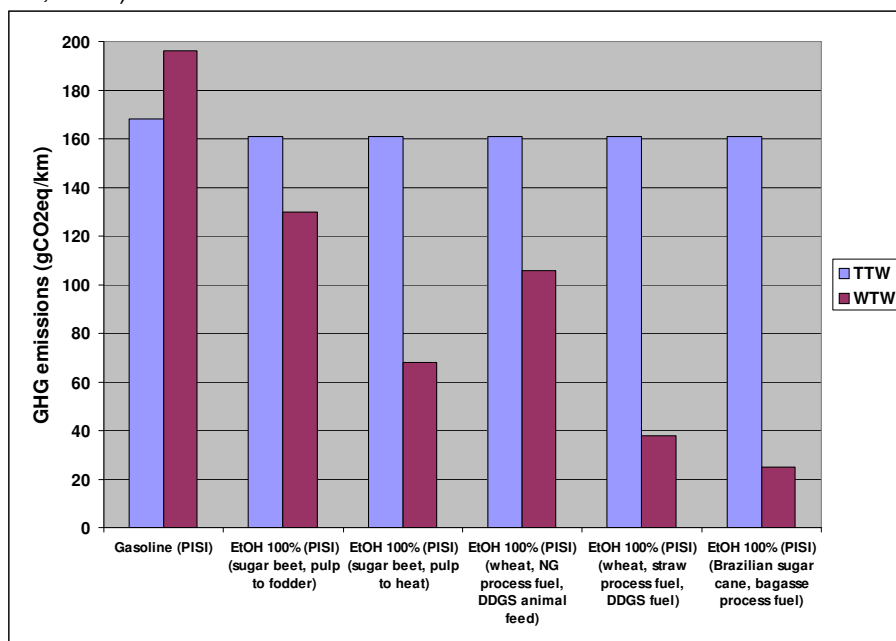
Bioetanol potencjalnie może być neutralny pod względem emisji węgla w ujęciu cyklu życia, cały węgiel emitowany w czasie procesu produkcji oraz spalania paliwa jest zbalansowany absorpcją węgla z atmosfery w czasie wzrostu roślin. Jednak w praktyce proces uprawy roślin wymaga pewnego zużycia paliw kopalnych dla nawożenia, zbiorów, przetwarzania i dystrybucji paliwa. Rzeczywista nadwyżka emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia, jest mocno zależna od rodzaju uprawianych roślin oraz zużycia paliwa w procesie przetwarzania. Ma to również odzwierciedlenie w stosunku energii (uzyskanej/włożonej) dla różnych rodzajów upraw: kukurydza 1,3-1,7; buraki cukrowe 1,5; trzcina cukrowa 8,3.

W ujęciu emisji z silnika pojazdu (emisja pojazdu), niska wartość opałowca jest zrównoważona niską zawartością węgla w paliwie (na litr paliwa) – tabela poniżej.

W rezultacie, emisja węgla z rury wydechowej pojazdu jest w wielu przypadkach taka sama jak w samochodzie stosującym benzynę. Jednak, w przypadku biopaliwa, węgiel zaabsorbowany z atmosfery w czasie wzrostu roślin równoważa węgiel wyemitowany przy spalaniu.

Szacunki w całkowita emisja gazów cieplarnianych w trakcie cyklu życia może się bardzo różnić. Badania wykazały, iż uwzględniając emisję dwutlenku węgla, metanu oraz tlenu azotu w cyklu życia paliwa (związaną z uprawą roślin), dla Europy oraz USA, przy użyciu istniejących metodach przetwarzania od ziarna do bioetanolu, emisja gazów cieplarnianych może być zmniejszona o 20% do 40% (na kilometr) – tabela poniżej. Bioetanol otrzymywany z buraków cukrowych może zmniejszyć emisję o 40-55%. W Brazylii, gdzie trzcina cukrowa używana jest, jako surowiec do produkcji biopaliwa, a wyłoczek trzciny są używane w celu zapewnienia energii cieplnej potrzebnej w procesie, osiągnięto redukcję gazów cieplarnianych o około 80% do 90% (może osiągnąć ponad 100%, jeżeli nadmiar ciepła z procesu będzie dalej wykorzystywany). Bardziej wydajne technologiczne procesy przetwarzania ziarna na bioetanol są opracowywane (wykorzystujące materiał celulozowy) i przewiduje się iż ograniczą emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia o 60% do 110%.

Całkowita emisja w trakcie cyklu życia i emisja z silnika pojazdu gazów cieplarnianych dla samochodów osobowych, zestawiona z tradycyjnym silnikiem spalinowym (Concawe, 2005)



Stosowanie bioetanolu powoduje znacznie ograniczenie emisji większości szkodliwych substancji (tlenek węgla, cząstki stałe oraz węglowodory w spalinach). Dla przykładu, paliwo E10 ogranicza emisję CO o 25% i właśnie z tego względu bioetanol jest stosowany jak dodatek natleniający. Jednakże nawet niskoprocentowe mieszanki, ilość parujących węglowodorów może ulec zwiększeniu ze względu na wyższą prężność pary biopaliwa. Pojazdy, w których stosuje się paliwa alkoholowe, są w stanie emitować mniej tlenków azotu (ponieważ paliwo alkoholowe spala się w niższej temperaturze niż benzyna), jednak często w rzeczywistości zwiększany jest stopień sprężania, w celu poprawienia wydajności silnika. Zwiększenie sprężania podnosi temperaturę spalania i zysk z redukcji NOx zostaje utracony – lub w niektórych przypadkach może nawet doprowadzić do wzrostu emisji NOx.

Pozostałe wpływy na emisję to m.in. fakt, iż niespalony alkohol wydobywający się z rury wydechowej przyczynia się w mniejszym stopniu do powstawania ozonu troposferycznego, niż lotne składniki organiczne obecne w spalinach samochodu napędzanego benzyną. Bioetanol ma również bliską zeru zawartość siarki, co eliminuje emisję dwutlenku siarki (SO₂) i zwiększa wydajność katalizatorów spalin. Mimo wszystko, podczas gdy większość emisji toksycznych substancji zanieczyszczających powietrze jak np. benzen, 1,3 butadien, toluen, ksylen jest zmniejszona, emisja innych jak aldehyd octowy, formaldehyd i azotan peroxyacetylu wzrasta.

Dwa kolejne aspekty sprawiają, iż stworzenie pełnego obrazu wpływu bioetanolu na środowisko, jest bardzo ciężkie. Z jednej strony biopaliwa mają tą przewagę nad paliwami kopalnymi, że gdy zostaną rozlane, szybciej ulegają biodegradacji, nie pozostawiając żadnych toksycznych cząstek. Z drugiej jednak strony, ich produkcja za zwyczaj wymaga stosowania nawozów syntetycznych, pestycydów i środków chwastobójczych (produkcja organiczna jest możliwa, lecz rzadka). Pomimo tych niepewności, jasnym jest, iż można uzyskać znaczne ograniczenia emisji, zwłaszcza emisji węgla. Jednak dokładny zysk z ograniczenia emisji zależy w całości od składu paliwa i źródła materiałów, z których zostały wyprodukowane.

Ekonomia bioetanolu

Ze względu na skalę ekonomiczną, komercyjnie produkowane biopaliwa mają za zwyczaj wyższy koszt wytwarzania niż paliwa konwencjonalne. Koszty te jednak trudno oszacować, ze względu, że są one dyktowane cenami rynkowymi upraw/paliwa, metody przetwarzania paliwa oraz takie czynniki jak praktyka rolna oraz opodatkowanie paliwa, które to są indywidualne dla kraju lub regionu. Uogólniając, zwiększony koszt produkcji może być zniwelowany zniesieniem akcyzy lub innymi ulgami podatkowymi, w celu pobudzenia produkcji. Z tego powodu, niektóre kraje Unii Europejskiej mają zerową stawkę podatku na biopaliwa spełniające odpowiednia standardy.

Szacunkowe koszty produkcji bioetanolu, w 25 krajach Unii Europejskiej, dla pszenicy oraz dla buraków cukrowych (od rośliny, do bioetanolu) są w większości zbieżne i wynoszą około 0,60 €/litr (bez podatku). W przeliczeniu na jednostkowy koszt odpowiadający paliwu (uwzględniając niższą wartość opałową bioetanolu), przekłada się to na 0,90 €/litr (dla porównania w Brazylii koszt wyprodukowania bioetanolu wynosi połowę tych kosztów). Z powyższych powodów, w krajach Unii, gdzie bioetanol nie jest zwolniony z podatku, biopaliwo jest znacznie droższe dla konsumenta. Natomiast tam, gdzie istnieją ulgi podatkowe, cena bioetanolu jest konkurencyjna, w porównaniu z tradycyjnymi paliwami.

Zachęty do pobudzenia produkcji bioetanolu w postaci ulg podatkowych są rozwiązaniem tymczasowym, mającym na celu zwiększenie zapotrzebowania. Nowe procesy technologiczne oferują możliwość zwiększenia produkcji i redukcji kosztów. Przewiduje się, iż w szczególności, bioetanol produkowany z roślin celulozowych (przy użyciu takich procesów jak hydroliza enzymatyczna) po roku 2010 pozwoli zredukować koszty produkcji w strefie klimatu umiarkowanego, poniżej poziomu kosztów produkcji biopaliw z roślin nasiennych. Poziom obniżonych kosztów potencjalnie może być tak niski jak obecne i przyszłe koszty produkcji bioetanolu z trzciny cukrowej w Brazylii.

Bioetanol podsumowanie

- Bioetanol może być otrzymywany w procesie *fermentacji* cukru i skrobi pochodzących właściwie z dowolnego źródła; najbardziej popularne są obecnie buraki cukrowe, kukurydza, pszenica oraz trzcina cukrowa.
- Bioetanol może być stosowany w czystej postaci lub w formie „wodnej” w specjalnie dedykowanych pojazdach lub jako „bezwodny” w mieszance z benzyną. Rozpowszechnione mieszanki paliwa to E10 (gazohol) oraz E85.
- Wiele silników benzynowych poprawia swoje osiągi przy użyciu bioetanolu, jednak paliwo to może powodować korozję elementów elastomerowych, a praca silnika w niskich temperaturach jest utrudniona.
- Stosowanie czystego bioetanolu może ograniczyć emisję gazów cieplarnianych o 20% do 100% w cyklu życia.

2. Biodiesel

Czym jest biodiesel?

Terminem biodiesel zazwyczaj określa się estry metylu (znane również jako kwas tłuszczowy etru metylu (FAME - fatty acid methyl ester) wytwarzany w procesie transestryfikacji upraw energetycznych takich jak nasiona rzepaku (rzepakowe estry metylu (RME - rape methyl ester), słonecznik (SME), drzewo palmowe lub soja. Zużyty olej roślinny (WVO - Waste vegetable oil) lub tłuszcze zwierzęce mogą być również wykorzystane, jako materiał do produkcji biopaliwa. Termin biodiesel może również odnosić się do czystego, nieużywanego oleju roślinnego stosowanego jako paliwo oraz 'syntetyczny' olej napędowy otrzymywany poprzez syntezę – technologia zwana gas-to-liquid.

Zainteresowanie biodieslem w Unii Europejskiej wzrosło w ciągu ostatniej dekady, głównie przez zwiększenie popularności samochodów na olej napędowy, wzrost ceny ropy naftowej i zmniejszenie ilości gazów cieplarnianych w cyklu produkcyjnym biopaliw. Biodiesel może być stosowany w coraz większej liczbie silników wysokoprężnych bez konieczności wykonywania żadnych lub jedynie nieznacznych modyfikacji. Jednak bardziej popularne jest stosowanie mieszanek biodiesla np. mieszanki B10, którą stanowi w 10% biodiesel, a w 90% tradycyjny olej napędowy.

Produkcja biodiesla

70% europejskiego biodiesla jest komercyjnie produkowane przez transestryfikację oleju z nasion rzepaku, a reszta jest wytwarzana ze słoneczników, zużytego oleju roślinnego oraz olejów zwierzęcych (z przemysłu spożywczego). W Unii Europejskiej istnieje obecnie około 40 przetwórn, głównie w Niemczech, Włoszech, Austrii, Francji i Szwecji. Europejska produkcja biodiesla w 2005 roku przekroczyła 3 189 tysięcy ton i w porównaniu z rokiem poprzednim wzrosła o 65%.



Rape oil-seed used for RME production

Przetwarzanie estrów metylu jest względnie proste. Składniki są filtrowane i wstępnie przetwarzane w celu usunięcia wody i zanieczyszczeń, a następnie mieszane z alkoholem (zazwyczaj metanolem) oraz katalizatorem (zazwyczaj sodem lub wodorotlenkiem potasowym). W ten sposób rozbija się molekuly oleju (trój glicerydy) na estry metylu

kwasu tłuszczowego oraz glicerynę. Produkcja przemysłowa biodiesla ma dwa cenne produkty uboczne: glicerynę, używaną do produkcji farmaceutyków; oraz suchą karmę dla bydła z pozostałych materiałów roślinnych. Wykorzystanie tych produktów ubocznych jest ważne przy ogólnej ocenie ekonomicznej oraz wpływu produkcji biodiesla na środowisko.

Hodowla roślin energetycznych na biopaliwa porusza kwestię wykorzystania ziemi uprawnej, która mogłaby być wykorzystana do uprawy żywności, jak również wykorzystanie plonów roślin jadalnych w celach przemysłowych; problemy te nie występują w przypadku wykorzystania zużytego oleju spożywczego. Przeprowadzono wiele badań w celu oceny wymagań gleby pod uprawy roślin wykorzystywanych do produkcji biodiesla (rośliny te są najczęściej wykorzystywanym składnikiem do produkcji paliwa FAME w Europie). Uzyskanie biodiesla z hektara zależy od wykorzystanych w tym celu roślin. W Europie średnia ważona (względem typów roślin) wartość uzyskanych litrów z hektara wynosi około 1230 (przy założeniu otrzymania 2,9 tony zbiorów z hektara oraz 427 litrów na tonę). Przy niewielkim zwiększeniu rocznych zbiorów, szacuje się, iż do roku 2010 biodiesel zastąpi 5% wykorzystywanego oleju napędowego w Europie. Około 15% wszystkich gleb uprawnych w Unii Europejskiej będzie wykorzystane pod uprawy roślin na biopaliwa – ilość ta przekracza oczekiwaną ilość ziemi, która będzie wykorzystywana pod uprawy roślin nasiennych na biopaliwa.

Biorąc pod uwagę, iż obecne technologie przetwarzania roślin nasiennych są zaawansowane i mało prawdopodobnym jest zwiększenie ich wydajności, stosowanie zużytego oleju może zapewnić znaczące źródło materiałów do produkcji biodiesla w Europie. Szacuje się, że zużyty olej może zapewnić do 900 tysięcy ton biodiesla rocznie w połączeniu z produkcją paliwa FAME otrzymanego z roślin. Miastem, które ma największe doświadczenie w wykorzystywaniu zużytego oleju roślinnego, jest Graz w Austrii, gdzie zużyty olej jest zbierany z restauracji, zapewniając materiał do produkcji biodiesla stosowanego przez całą flotę autobusów miejskich oraz wielu taksówek (więcej informacji poniżej).

Innym sposobem jest zwiększenie wydajności procesu konwersji biomasy na paliwo płynne, poprzez bezpośrednie zgazyfikowanie, po którym następuje konwersja na „syntetyczny” olej napędowy, przy wykorzystaniu syntezy Fischera-Tropscha. Najprostszy i najbardziej rozwinięty technologicznie proces zgazowania, przetwarza biomasę na metan (znany również jako biogaz) poprzez rozpad beztlenowy¹. Rozwijane są jednak nowe procesy, w których w celu wyprodukowania różnych gazów i produktów końcowych, wykorzystane jest ciepło i/lub składniki chemiczne zamiast mikrobów. Niektóre z tych procesów są w stanie zgazyfikować ligninowe składniki biomasy, jak również składniki celulozy oraz skrobi, które mogą być zgazowane poprzez bardziej konwencjonalne procesy rozkładu. Badania skupiają się na jak największym uzyskaniu wodoru oraz tlenku węgla (syngas), w celu zwiększenia wydajności etapu konwersji gazu do cieczy procesu Fischera-Tropscha.

Biodiesel jako paliwo dla pojazdów

Niektórzy producenci samochodów (np. Volkswagen i BMW) opracowali szereg samochodów z silnikami, które mogą pracować albo na oleju napędowym otrzymywanym z ropy naftowej albo na czystym biodieslu (według pewnych specyfikacji paliw), podczas gdy większość gwarancji samochodów małych i średnich dopuszcza użycie jedynie 5% dodatku biopaliwa do oleju napędowego. Jednak duża liczba badań przeprowadzonych sugeruje, iż wiele „tradycyjnych” pojazdów z silnikami diesla może pracować na mieszankach oleju napędowego z biopaliwem nawet do

¹ Więcej informacji w karcie faktów o Bio-Metanie.

20%, bez pojawienia się większych problemów. Biorąc pod uwagę, iż duża część tradycyjnego oleju napędowego posiada 5% dodatek biodiesla (B5), wielu kierowców używa biodiesla, nawet o tym nie wiedząc (np. we Francji wszystkie sprzedawane oleje napędowe, zawierają 5% dodatek biodiesla).

Istnieje pewnie przekonanie, iż wiele silników diesla pracuje lżej i płynniej na biopaliwach, ponieważ mają one lepsze właściwości smarownicze, nawet już przy niewielkim ich dodatku do oleju napędowego. Dzięki temu można osiągnąć mniejsze zużycie silnika, wydłużyć jego żywotność i skompensować (w części) niższą energetyczność biodiesla (około 10% mniejsza kaloryczność niż oleju napędowego z ropy naftowej). Ponieważ czyste paliwo FAME jest lekkim rozpuszczalnikiem, biodiesel oczyszcza przewody paliwowe oraz zbiornik pojazdów, które wcześniej jeździły na oleju napędowym z ropy – wielu zwolenników biodiesla zaleca wymianę filtra paliwa po przejściu na mieszankę biodiesla.

Biodiesel posiada nieznacznie wyższą liczbę oktanową niż tradycyjne paliwo, tak więc poprawia zapłon, rozruch oraz charakterystykę spalania paliwa.

Pojawiło się jednak kilka problemów praktycznych związanych z użyciem biopaliw. Ponieważ mieszanki estrów metylu tak niskie jak B20 są bardziej lekkie niż olej napędowy, paliwo może się zżelować w niskiej temperaturze, co z kolei utrudnia rozruch silnika. Niskiej jakości olej roślinny oraz modyfikowany olej roślinny może zatkać przewody paliwowe oraz filtry lub doprowadzić do powstania emulsji w przewodzie przelewowym, prowadzącym od wtryskiwaczy do zbiornika paliwa. Do rozwiązań problemów zalicza się zastosowanie podgrzewanych przewodów paliwowych lub podgrzewanego zbiornika paliwa (co już jest rozwiązaniem standardowym w niektórych modelach samochodów). Aby uniknąć problemów z rozruchem, można również stosować dodatki do paliwa, dzięki którym zimne paliwo nie będzie zatykać filtrów i przewodów. Poważniejszą wadą biodiesla jest jego niekompatybilność z pewnymi typami elastomerów i mieszankami naturalnej gumy. Niektóre części silnika (np. gumowe węże, uszczelki oraz uszczelniacze) są zazwyczaj zastępowane nie gumowymi zamiennikami, jeżeli silnik ma pracować na paliwie z dużą zawartością biodiesla.



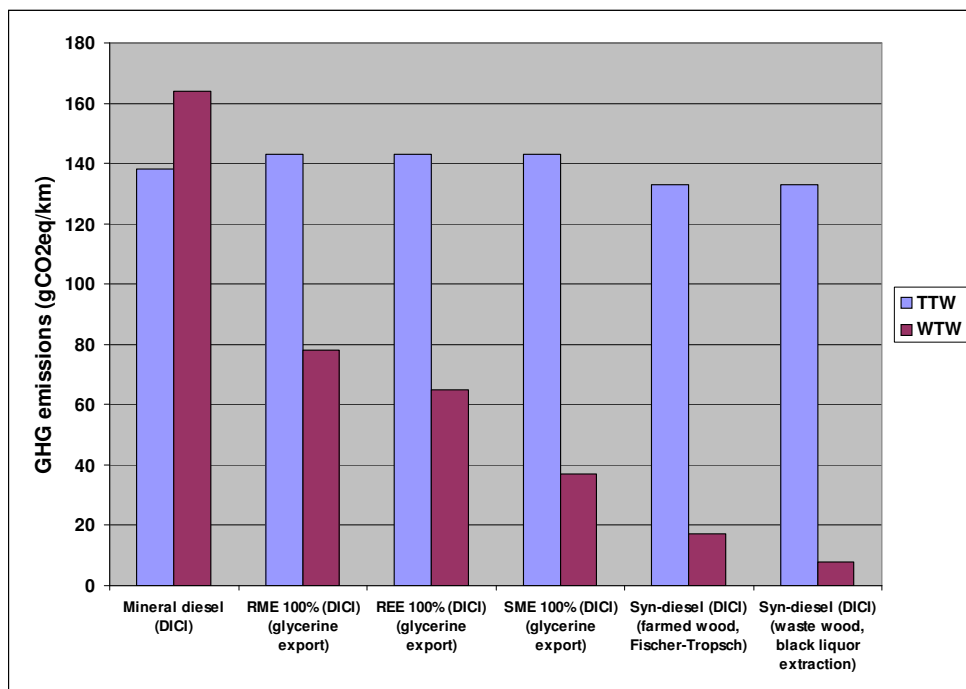
Jeden z autobusów na biodiesel 'Ökodrive' w Graz, Austria, gdzie cała flota miejska jeździ na biopaliwie otrzymanym ze zużytego oleju roślinnego zbieranego w lokalnych restauracjach

Aby ograniczyć ilość potencjalnych problemów i umożliwić uporanie się z nimi przez producentów, dostawcom paliwa oraz użytkownikom, ustanowiono narodowe oraz europejskie normy biodiesla, które uzupełniają specyfikację oleju napędowego. Norma EN590 opisuje parametry dla wszystkich europejskich olejów napędowych i dopuszcza 5% dodatek biodiesla. Niemiecka norma DIN 51606 dla biodiesla, jest uważana obecnie za najwyższy standard oraz jest postrzegana, przez niemalże wszystkich producentów samochodów, jako dowód zgodności z najostrzejszymi normami dla olejów napędowych. Norma EN14214 (w większości opierająca się na DIN 51606) jest normą opracowaną przez Komitet Standaryzacji Europejskiej.

Energia biodiesla oraz jego emisja

Duże nadzieje wiąże się z tym, że biopaliwa mogą mieć zerową emisję węgla względem cyklu produkcyjnego; cały dwutlenek węgla emitowany podczas przetwarzania i użytkowania paliwa jest zbilansowany przez rośliny na drodze absorpcji z atmosfery w czasie ich wzrostu. W praktyce, proces uprawy roślin wymaga pewnego wkładu oleju napędowego w celu nawożenia, zbioru, przetwarzania oraz dystrybucji paliwa. Rzeczywista nadwyżka sumy emisji gazów cieplarnianych w cyklu produkcyjnym, silnie zależy od plonu, ilości paliwa i energii użytej w procesie przetwarzania oraz wartości i ilości produktów ubocznych.

Badania pokazały, iż biorąc pod uwagę emisję dwutlenku węgla, metanu i tlenków azotu w cyklu produkcyjnym (związanych z uprawami), dla paliwa RME przy wykorzystaniu obecnych metod przetwarzania, można ograniczyć emisję gazów cieplarnianych o 40% do 60% (w oparciu o emisję gazów na km) – tabela poniżej. Proporcjonalnie, dla 5% mieszanki oznacza to redukcję emisji węgla o 2,5%. Ponieważ obiektywne dane testów nie są jeszcze dostępne dla paliwa otrzymywanego ze zużytego oleju roślinnego, przewiduje się, iż możliwe jest do osiągnięcia 50% ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Przedmiotem badań są bardziej wydajne procesy technologiczne (włączając przetwarzanie biomasy ligninowej na syntetyczny olej napędowy), których celem jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych przynajmniej o 90%.



Całkowita emisja w trakcie cyklu życia LCA oraz emisja z silnika pojazdu dla samochodów osobowych. Porównanie biodiesla oraz syntetycznego oleju napędowego z tradycyjnym olejem napędowym z ropy naftowej (Concawe, 2005)

Opis: DICI – Direct Injection Compression Engine; RME –Rape methyl ester; REE – Rape ethvl ester; SME – Sunflower methyl ester; Svn-diesel – Svnthetic diesel.

Odnosnie emisji substancji szkodliwych z rury wydechowej, sytuacja jest bardziej złożona. Rezultaty porównawczych testów sugerują, że dla paliwa FAME, tlenki węgla (CO), węglowodory (HC) oraz emisja cząstek są niższe niż w przypadku oleju

napędowego z ropy naftowej (redukcja zależy od użytej mieszanki oraz specyfikacji porównywanego oleju napędowego). Biodiesel posiada bliską zeru zawartość siarki oraz eliminuje emisję dwutlenku siarki (SO₂) jak również zwiększa wydajność systemów kontroli jakości spalin. Jednak w przypadku braku systemu kontroli jakości spalin, emisja azotu (NO_x) może wzrosnąć w porównaniu z olejem napędowym nawet o 10%. W niektórych przypadkach, dla czystego oleju roślinnego, oprócz wzrostu emisji NO_x, odnotowano negatywny wpływ na jakość powietrza poprzez zwiększenie emisji cząstek stałych oraz tlenków azotu.

Trzy następujące właściwości utrudniają pełną ocenę wpływu biopaliw na środowisko. Z jednej strony biopaliwa mają przewagę nad olejem napędowym z ropy naftowej, w takiej postaci, że gdy zostaną rozlane, łatwiej ulegają biodegradacji, nie pozostawiając żadnych toksycznych cząstek. Z drugiej strony, jeżeli produkcja biopaliwa jest oparta o rośliny, zazwyczaj wymaga ona zastosowania syntetycznych nawozów, pestycydów i środków chwastobójczych (uprawy organiczne są możliwe, aczkolwiek rzadko spotykane). Ponadto, wpływ zmiany wykorzystania gleby z produkcji żywnościowej na rośliny energetyczne, wycinanie lasu pod uprawę, zmiana sposobu wykorzystania terenów leśnych, może mieć nieprzewidywalny wpływ na dywersyfikację źródeł energii, jakość wody, a nawet emisję gazów cieplarnianych spowodowaną zmianą chemicznego składu gleby. Pomimo tych niejasności, oczywistym jest iż można osiągnąć znaczną redukcję emisji, zwłaszcza emisji węgla. Jednak konkretne korzyści z ograniczenia emisji zależą w całości od rodzaju uprawy, metod przetwarzania oraz warunków uprawy.

Ekonomia biodiesla

Ze względu na skalę produkcji, biopaliwa produkowane komercyjnie zazwyczaj mają wyższe koszty produkcji niż tradycyjne paliwa. Koszty te jednak są trudne do oszacowania, ponieważ ich wysokość zależy od cen materiałów/paliwa, metody przetwarzania biopaliwa oraz wysokości podatków rolnych i paliwowych. W ujęciu ogólnym, zwiększone koszty produkcji mogą być zrównoważone ulgami podatkowymi, w celu stymulowania produkcji. Z tego właśnie względu, w wielu krajach Unii Europejskiej biopaliwa spełniające wymagania norm paliwowych, objęte są zerową stawką podatku.

Przykładem mogą być Niemcy, gdzie początkowo zniesiono podatek na biodiesla, aby jego cena na stacjach benzynowych była taka sama jak tradycyjnego oleju napędowego. Kiedy wzrosły ceny surowców, biodiesel zyskał niewielką przewagę cenową nad olejem napędowym – w roku 2005 w sprzedaży detalicznej za około 0, 85 - 0, 90 €/litr, podczas gdy olej napędowy kosztował 0, 95 €/litr (brutto). Ze względu na niższą cenę biodiesla, ale i jego niższą kaloryczność, obydwa paliwa można traktować, jako równorzędne pod względem energetycznym. Niemniej, w wielu krajach Unii, gdzie nie występują żadne ulgi podatkowe na paliwa, biodiesel jest znacznie droższy dla końcowego odbiorcy niż paliwa tradycyjne.

Ponieważ cena biodiesla w dużym stopniu zależy od ceny materiałów potrzebnych do produkcji, cena biopaliwa jest zależna od ceny oleju napędowego i z tego też względu będzie miała tendencję zwyżkową. Jednak przewaga cenowa prawdopodobnie utrzyma się, jeżeli nie zostaną zniesione ulgi podatkowe. Wstępne koszty produkcji biopaliw drugiej generacji, takich jak syntetyczny olej napędowy produkowany metodą Fischera-Tropscha, ocenia się jako wyższe, niemniej szacuje się, iż w roku 2010 osiągną one poziom cen biopaliw pierwszej generacji.

Biodiesel - podsumowanie

- Większość biodiesla w Europie jest produkowana metodą transestryfikacji z roślin nasiennych.
- Pomimo iż biodiesel może być stosowany w większości silników bez żadnych lub z małymi modyfikacjami, większość gwarancji samochodów małych i średnich dopuszcza stosowanie jedynie 5% mieszanek biopaliwa z olejem napędowym.
- Wiele silników wysokoprężnych pracuje lepiej na biodieslu – jednak biodiesel może doprowadzić do uszkodzenia elementów gumowych układu paliwowego, a jego wyższa lepkość może powodować problemy z rozruchem przy niższych temperaturach.
- Stosowanie czystego biodiesla może ograniczyć emisję gazów cieplarnianych w cyklu produkcyjnym paliwa o 40% do 95%.
- Przyszłe paliwa biodiesel będą prawdopodobnie otrzymywane za pomocą procesu Fiechera-Tropscha metodą gaz-do-cieczy.

3. Biometan

Czym jest bio-metan?

Bio-metan to biogaz, który został oczyszczony do około 95% metanu i nadaje się do stosowania w pojazdach jako paliwo, tak samo jak gaz ziemny (czy metan z kopalni). Sam biogaz jest otrzymywany w procesie biologicznego rozkładu materiałów organicznych, w atmosferze beztlenowej, znanym jako rozkład anaerobowy (Anaerobic Digestion - AD). Rozkład anaerobowy może przebiegać w sposób kontrolowany, w zakładzie produkującym biogaz, dzięki czemu otrzymuje się gaz składający się w 55% - 65% z metanu. Proces ten zachodzi również na wysypiskach, gdzie rozkładają się odpady organiczne, w wyniku czego otrzymuje się tzw. gaz wysypiskowy, składający się jedynie w 45% z metanu.

Surowy biogaz, przy nieznacznym oczyszczeniu, często jest spalany w celu otrzymania energii cieplnej i elektrycznej.

Produkcja bio-metanu

W procesie rozkładu anaerobowego głównie wykorzystuje się:

- Ścieki
- Obornik
- Odpadki spożywcze z gospodarstw domowych lub lokali gastronomicznych
- Odpadki rolnicze lub z ogrodnictwa

Ponadto, w procesie anaerobowego rozkładu, można wykorzystywać pewne rośliny, jak siano. Najczęściej wykorzystywanym materiałem są ścieki, ponieważ proces rozkładu anaerobowego może być zintegrowany z procesem oczyszczania ścieków. W Wielkiej Brytanii około 75% ścieków jest oczyszczanych w ten sposób, a otrzymany gaz jest wykorzystywany do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. W Lille, we Francji, miejski system oczyszczania ścieków jest wykorzystywany do produkcji biogazu, który po oczyszczeniu jest wykorzystywany w miejskiej flocie autobusów.

Pozostałe źródła odpadów i ścieków są zazwyczaj bardziej rozproszone i z tego względu mogą pojawić się problemy przy ich zbieraniu. Odpady z farm, mogą być przetwarzane na miejscu w małych fermentowniach, co jest bardzo popularne w Niemczech; przetwarzanie obornika jest bardziej wydajne, jeżeli jest on zbierany z kilku farm, a następnie przetwarzany w dużym zakładzie. W celu wykorzystania odpadków żywności, wymagana jest ich segregacja, dlatego proces produkcji biogazu może być zintegrowany z miejskim zakładem przetwarzającym odpady.

Produkcja biometanu składa się z 3 etapów:

- przygotowanie – obejmujące sortowanie, rozdrabnianie i mieszanie odpadów organicznych, w celu odpowiedniego przygotowania ich do procesu rozkładu;
- rozkład – to właściwy proces, podczas którego materiał jest rozkładany w celu wytworzenia biogazu; wynikiem rozkładu oprócz gazu są produkty uboczne
- oczyszczanie – jest to proces, w którym z surowego biogazu usuwa się CO₂ oraz inne substancje zanieczyszczające, w celu otrzymania paliwa o wysokiej zawartości metanu (około 95% metanu).



Proces rozkładu zajmuje około 15-20 dni, w zależności od użytego materiału i zastosowanej technologii. Główne technologie rozkładu anaerobowego to:

- systemy mezofilowe i termofitowe – system mezofilowy pracuje w temperaturze otoczenia około 35°C; systemy termofitowe są podgrzewane do temperatury około 55°C, lecz proces rozkładu jest krótszy,
- jedno lub wiele etapowe systemy – system jedno etapowy przeprowadza wszystkie etapy rozkładu w jednym pojemniku, system wieloetapowy ma na celu zoptymalizowanie procesu poprzez przeprowadzanie poszczególnych części procesu w różnych zbiornikach.
- systemy przetwarzania partii materiału lub przetwarzania ciągłego – jak sugeruje nazwa jedne systemy przetwarzają materiał porcjami, w celu przeprowadzania całego procesu, a w innych podawanie materiału jest ciągłe – proces uzyskiwania gazu i rozkładu zachodzą jednocześnie.

Ilość otrzymanego biogazu i zawartość metanu w biogazie zależy zarówno od technologii przetwarzania jak i surowca. Ścieki i obornik dają zazwyczaj mniej gazu niż resztki spożywcze. Proste zakłady oczyszczania ścieków mogą wyprodukować około 100m³ z tony odpadów, a bardziej zaawansowane, zcentralizowane oczyszczalnie przetwarzające różnorodny odpady, mogą wytwarzać nawet 300m³ metanu z tony odpadów.

Wynikiem procesu rozkładu anaerobowego jest zarówno biogaz jak i odpady pofermentacyjne, czyli płynne i stałe materiały, który są cennym nawozem. Nawóz może być z powrotem wywieziony na ziemię uprawną w celu ich nawiezienia. W ten sposób można zastąpić nawozy mineralne.

Biometan jako paliwo dla pojazdów

Biometan może być stosowany w pojazdach, w których jest stosowany gaz ziemny czy metan kopalny. Trzy główne technologie wykorzystywane w samochodach na gaz to:

- *Pojazdy bi-fuell* – to dominująca technologia stosowana w samochodach jeżdżących na gaz, posiadających silnik o zapłonie iskrowym, oraz wyposażonych w dwa systemy paliwa: benzyny i gazu. Te pojazdy mogą jeździć zarówno na gazie jak i na benzynie.
- *Pojazdy na gaz* – te samochody wykorzystują silnik o zapłonie iskrowym, który pracuje jedynie na gaz i do pracy na tym paliwie został zoptymalizowany. Ta technologia jest często stosowana w samochodach ciężarowych, a zwłaszcza w autobusach, dzięki czemu można zastąpić konwencjonalne silniki diesla.
- *Pojazdy dual-fuel* – to pojazdy z silnikiem diesla, które wykorzystują silnik wysokoprężny diesla i pracują na mieszance gazu i oleju napędowego, zwyczajowo 70% gazu i 30% diesla.



Autobusy na Biogaz w Szwecji

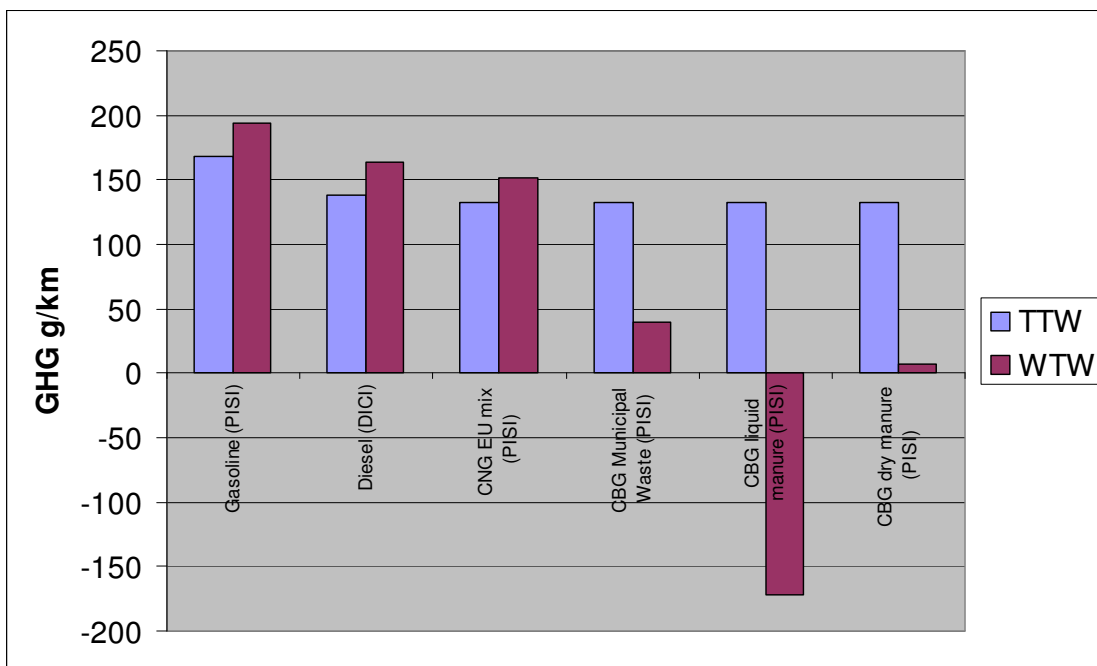
Gaz jest przechowywany w pojazdach zazwyczaj pod jedną z dwóch postaci – skompresowany lub płynny. Stosowanie gazu w postaci skompresowanej, takiej jak skompresowany gaz ziemny (CNG), jest najbardziej powszechną formą przechowywania paliwa gazowego w pojazdach. Gaz znajduje się w zbiornikach pod ciśnieniem około 200 barów. Jednak ilość energii zawartej w skompresowanym gazie jest znacznie niższa, niż w tej samej objętości oleju napędowego. Alternatywą jest przechowywanie gazu w płynnej postaci, popularnie znanej jako LNG. Gaz jest zarówno schładzany i kompresowany, aż stanie się płynny, a następnie przechowywany w wysokociśnieniowych zbiornikach. Dzięki upłynnieniu gazu można przechować większą ilość paliwa w tej samej objętości.

Główne problemy ze stosowaniem bio-metanu lub metanu kopalnego dotyczą zasięgu pojazdów oraz infrastruktury do tankowania. W porównaniu z pojazdem diesla, samochód z silnikiem o zapłonie iskrowym na gaz będzie mniej wydajny o około 15%-20%, co w połączeniu z mniejszą ilością energii zawartej w skompresowanym gazie, może zmniejszyć zasięg pojazdu do 50% dla danej objętości baku. Ten problem rozwiązano do pewnego stopnia stosując zbiorniki na gaz płynny. Ponadto dostępność stacji do tankowania gazu będzie kluczowym czynnikiem dla praktycznego wykorzystania tego paliwa w pojazdach. W rzeczywistości często floty pojazdów posiadające bazę, jak np. ciężarówki i autobusy, adoptują paliwo jako pierwsze.

Dostępność stacji tankowania różni się w poszczególnych krajach, co jest odzwierciedleniem danego rynku, jednak mimo tego dostępne są różnorodne typy pojazdów. Przykładem są osobowe pojazdy dostępne w Europie oferowane przez Fiata, Opla, PSA, Forda, VW, Mercedesa oraz Volvo.

Energia i emisja

Bio-metan sprawdza się dobrze jako paliwo samochodowe i spala się wydajnie w silnikach spalinowych. Pod kątem bezpośredniej emisji CO₂ z silnika, bio-metan jest około 20% lepszy niż benzyna i około 5% lepszy niż olej napędowy. Jednak prawdziwy zysk ze stosowania bio-metanu uwidacznia się, jeżeli rozważa się całkowitą emisję w trakcie cyklu życia, co ukazuje poniższy wykres.



Całkowita emisja gazów cieplarnianych, w trakcie cyklu życia (WTW) oraz emisja z silnika pojazdu (TTW) a dla osobowego samochodu z silnikiem 1.6l – porównanie biogazu z innymi paliwami (Concawe, 2005)

W oparciu o powyższe dane, można wyróżnić dwie główne zalety. Po pierwsze, biogaz jest paliwem odnawialnym i dlatego charakteryzuje go niska emisja węgla; po drugie przetwarzanie organicznych odpadów eliminuje potencjalne źródło emisji metanu, gdyby odpady te rozkładały się naturalnie. Połączenie tych dwóch efektów redukuje odpowiednik emisji CO₂ o więcej niż 100%. W zależności od zastosowanego materiału, emisja CO₂ może być zredukowana od 75% do 200%; przy mieszance 50/50 obornika i odpadów spożywczych, redukcja emisji CO₂ wynosi około 140%.

Emisja bio-metanu pod względem zanieczyszczenia lokalnego powietrza jest również dobra. Jako paliwo gazowe, bio-metan ma bardzo niską emisję cząstek stałych i wraz z odpowiednim przefiltrowaniem, emisja NO_x jest również dobra. Pojazdy na bio-metan stosujące technologie zapłonu iskrowego oraz katalizatory, zazwyczaj będą spełniały normę limitów emisji Euro V lub EEV, dzięki czemu sprostają nawet najostrzejszym standardom stosowanym obecnie w Europie. Pojazdy stosujące technologię dual-fuel dla paliwa diesla, będą miały bardzo niską emisję cząstek stałych, lecz będą miały podobną emisję NO_x i będą spełniały obecnie obowiązującą normę Euro IV. Jednak rozwój technologii dual-fuel ma na celu poprawę emisji NO_x.

Informacja o kosztach

Istnieje szeroki zakres oszacowań kosztów produkcji i sprzedaży bio-metanu jako paliwa dla samochodów. Przymienniejsze dane pochodzą ze Szwecji, która ma najbardziej rozwinięty rynek paliwa bio-metanowego w Europie; koszty produkcji szacuje się między 0,65€, a 0,75€ netto na kilogram. W ujęciu energii, odpowiada to od 0,47€ do 0,57€ dla diesla. Jest to wartość porównywalna z obecnymi cenami netto diesla wynoszącymi około 0,75€/litr. W większości krajów podatek na biogaz jest niższy niż na benzynę czy olej napędowy z ropy naftowej, dzięki czemu stosowanie biogazu jest korzystniejsze.

Koszt pojazdów na bio-metan pozostaje wyższy niż konwencjonalnych pojazdów, ze względu na ich układy paliwowe oraz baki paliw. Dodatkowe koszty kapitałowe pojazdów będą różne w poszczególnych krajach i będą zależeć od stopnia rozwoju rynku, jednak zazwyczaj powinny mieścić się w przedziałach:

- samochody i małe ciężarówki: 3,000€ - 6,000€
- samochody ciężarowe dual-fuel diesel: 30,000€ - 40,000€

- samochody ciężarowe z silnikiem o zapłonie iskrowym: 35,000€ - 50,000€

Pomimo, iż te koszty wydają się wysokie, przewiduje się, iż ceny spadną wraz z rozwojem rynku. Również dzięki prawidłowym zachętom podatkowym, grantom i ew. obniżkom opłat, pojazdy te staną się opłacalne. Oszczędności będą największe w przypadku samochodów, które mają duży przebieg w ciągu roku, np. 50 000 km lub więcej, ponieważ wyższy koszt pojazdu zostanie szybciej zniwelowany oszczędnościami z paliwa.

Podsumowanie

- Bio-metan jest produkowany z biogazu oczyszczonego do 95% metanu.
- Sam biogaz jest produkowany w procesie anaerobowego rozkładu ścieków, obornika i odpadów spożywczych.
- Bio-metan jest stosowany w pojazdach w taki sam sposób jak gaz ziemny czy metan kopalny
- W Europie istnieje szeroka gama pojazdów na metan, lecz ich dostępność może się różnić w poszczególnych krajach.
- Koszty kapitałowe pojazdów na biogaz są wyższe niż samochodów benzynowych czy z silnikami diesla, lecz wyższa cena może być zrekompensowana niższą ceną paliwa.
- Bio-metan ma niższą emisję gazów cieplarnianych i potencjał do ograniczenia emisji o 75% do 200% w porównaniu z paliwami kopalnymi.
- Emisja pojazdów na bio-metan zazwyczaj spełnia standardy emisji Euro V lub EEV.

4. Dane charakterystyczne biopaliw

Porównanie danych paliw i emisji z pojazdów

Feedstock	Fuel processing	Vehicle fuel	%blend / vehicle	Energy Content (LHV) (MJ/litre)	Energy Content (MJ/kg)	Typical density (kg/litre)	CO2 Content (g/MJ)	Octane / Cetane	Vehicle (TTW) fuel economy MJ/100km	Vehicle (TTW) fuel economy litre/100km	Vehicle (TTW) GHG (CO2 eq) g/km	Vehicle (TTW) regulated emissions relative	Vehicle (TTW) other emissions / comments relative
Crude oil	Refining	ULSP Petrol	baseline	32.2	43.2	0.745	73.38	1 94-99	100% 1	100% 1	100% 1		
Biomass	Fermentation/refining	Bioethanol/ULSP	E5	31.6	42.3	0.747	73.31	1 95-99	100% 1	102% 1	100% 1	Lower CO	
Biomass	Fermentation	Bioethanol	E100	21.3	26.8	0.794	71.38	1 129	100% 1	151% 1	96% 1	Lower CO, PM and HCs Slight inc. in NOx possible	Low benzene, 1,3 butadiene Higher acetaldehyde and formaldehyde
Organic waste	Anaerobic digestion	Bio-methane	100% Bi-fuel	n/a	45.1	n/a	56.2	1	101% 1	n/a 1	79% 1	Lower NOx Very low PMs Can increase HCs	Meets Euro V & EEV Lower SO2 Improves aftertreatment
Crude oil	Refining	ULSD Diesel	baseline noDPF	35.9	43.1	0.832	73.25	1 49+	100% 1	100% 1	100% 1		
Rape seed	Esterification/refining	RME/ ULSD	B5	35.7	42.8	0.835	73.39	1 50+ (est)	100% 1	100% 1	100% 1	No significant change	
Rape seed	Esterification	RME	B100	32.8	36.8	0.890	76.23	1 51-62	100% 1	109% 1	104% 1	Significant reductions in: HCs, PM and CO Slight inc. in NOx possible	Lower SO2 Improves aftertreatment
Biomass	Fischer-Tropsch	Synthetic diesel	B100	34.3	44.0	0.780	70.80	1	100% 1	104% 1	96% 1		Lower SO2 Improves aftertreatment
Organic waste	Anaerobic digestion	Bio-methane	Dual-fuel 30/70	n/a	44.5	n/a	61.3		100% 1	n/a 1	85% 1	NOx same as diesel Very Low PM Can increase HC's	Lower SO2

¹ Well-To-Wheels Analysis Of Future Automotive Fuels And Powertrains In The European Context. Report by Concawe, Eurcar and the EU Joint Research Centre, 2006.

Porównanie cyklu paliwowego i życia (LCA) gazów cieplarnianych

Feedstock	Fuel processing	Vehicle fuel	% blend / vehicle	Fuel yield	Annual fuel yield	Annual crop yield	Process / byproducts	Vehicle (TTW) GHG (CO2 eq)	Life cycle (WTTW) GHG
				litres/tonne	litres/hectare	tonnes/hectare		g/km	g/km
Crude oil	Refining	ULSP Petrol	baseline					100% 1	100% 1
Sugar beet	Fermentation	Bioethanol	E100	86 EU 3	4936 EU (est)	57.4 EU 3	Animal feed export	96% 1	66% 1
Sugar beet	Fermentation	Bioethanol	E100	86 EU 3	4936 EU (est)	57.4 EU 3	Pulp used for process heat	96% 1	35% 1
Wheat	Fermentation	Bioethanol	E100	356 3	1922 EU (est)	5.4 EU 3	NG process heat DDGS animal feed export	96% 1	54% 1
Wheat	Fermentation	Bioethanol	E100	356 EU 3	1922 EU (est)	5.4 EU 3	Straw and DDGS used for process heat	96% 1	19% 1
Sugar cane	Fermentation	Bioethanol	E100	70 Brazil	6500 Brazil 2	92.9 Brazil (est)	Bagasse used for process heat	96% 1	13% 1
Municipal waste	Anaerobic digestion	Bio-methane	100% Bi-fuel	75-200 kg/tonne	n/a	n/a	Digestate used for fertiliser	79% 1	21% 1
Liquid manure	Anaerobic digestion	Bio-methane	100% Bi-fuel	75-200 kg/tonne	n/a	n/a	Digestate used for fertiliser	79% 1	-87% 1
Crude oil	Refining	ULSD Diesel	baseline noDPF					100% 1	100% 1
Rape seed	Esterification	RME	B100	400 EU (est)	1200 EU 2	3.0 EU 1	Glycerine as animal feed	104% 1	53% 1
Rape seed	Esterification	RME	B100	400 EU (est)	1200 EU 2	3.0 EU 1	Glycerine as chemical	104% 1	48% 1
Rape seed	Esterification	REE	B100	400 EU (est)	1200 EU 2	3.0 EU 1	Glycerine as chemical	104% 1	40% 1
Sun-flower	Esterification	SME	B100	556 EU (est)	1000 EU 2	1.8 EU 1	Glycerine as chemical	104% 1	23% 1
Farmed wood	Fischer-Tropsch	Synthetic diesel	B100			10.0 1		96% 1	10% 1
Waste wood	Fischer-Tropsch & black liquor	Synthetic diesel	B100		n/a	n/a		96% 1	5% 1

1 Well-To-Wheels Analysis Of Future Automotive Fuels And Powertrains In The European Context. Report by Concawe, Eurcar and the EU Joint Research Centre, 2006.

2 Biofuels for Transport: An International Perspective. International Energy Agency/OECD, 2004.

3 The Economics of bioethanol production in the EU. Global Agriculture Information Network Report, 2006.