



**PROTECH 10**

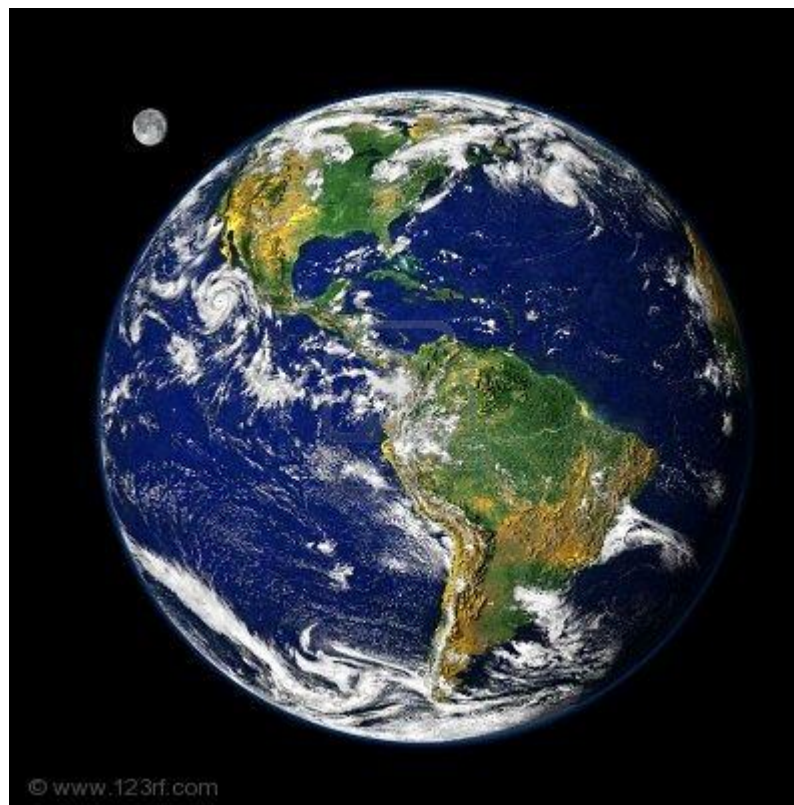


# Biopaliwa a kryteria zrównoważonego rozwoju

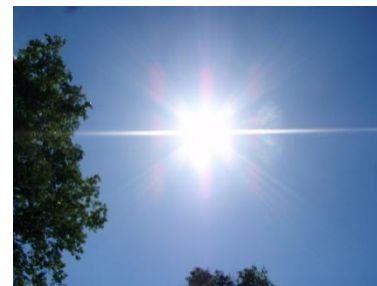
*Wrocław, 26-27 październik 2010*

Małgorzata Odziemkowska  
Anna Matuszewska  
Instytut Paliw i Energii Odnawialnej  
ul. Jagiellońska 55  
03-301 Warszawa

# Wprowadzenie



## Energia – źródło rozwoju



- Czynnikiem niezbędnym do rozwoju ekonomicznego, społecznego i kulturowego ludzkości jest **ENERGIA**
- **Wielkie źródła energii** np.: energia Słońca, geoenergia. Nasza cywilizacja nie dysponuje ekonomicznymi technologiami wykorzystania tych źródeł
- **Skończone zasoby nieodnawialnych** geopaliw: ropy, gazu, węgla, uranu. Nasza cywilizacja dysponuje technologiami umożliwiającymi wykorzystanie tych źródeł.
- Dostęp do tanich, łatwo dostępnych i wydajnych surowców energetycznych stał się przyczyną globalnej industrializacji

# Zrównoważony rozwój

**Zrównoważony rozwój** to rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie zagrażając możliwościom zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń

Trzy główne obszary strategii osiągnięcia zrównoważonego rozwoju:

- ochrona środowiska i racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi
- wzrost gospodarczy i sprawiedliwy podział korzyści z niego wynikających
- rozwój społeczny



Czas

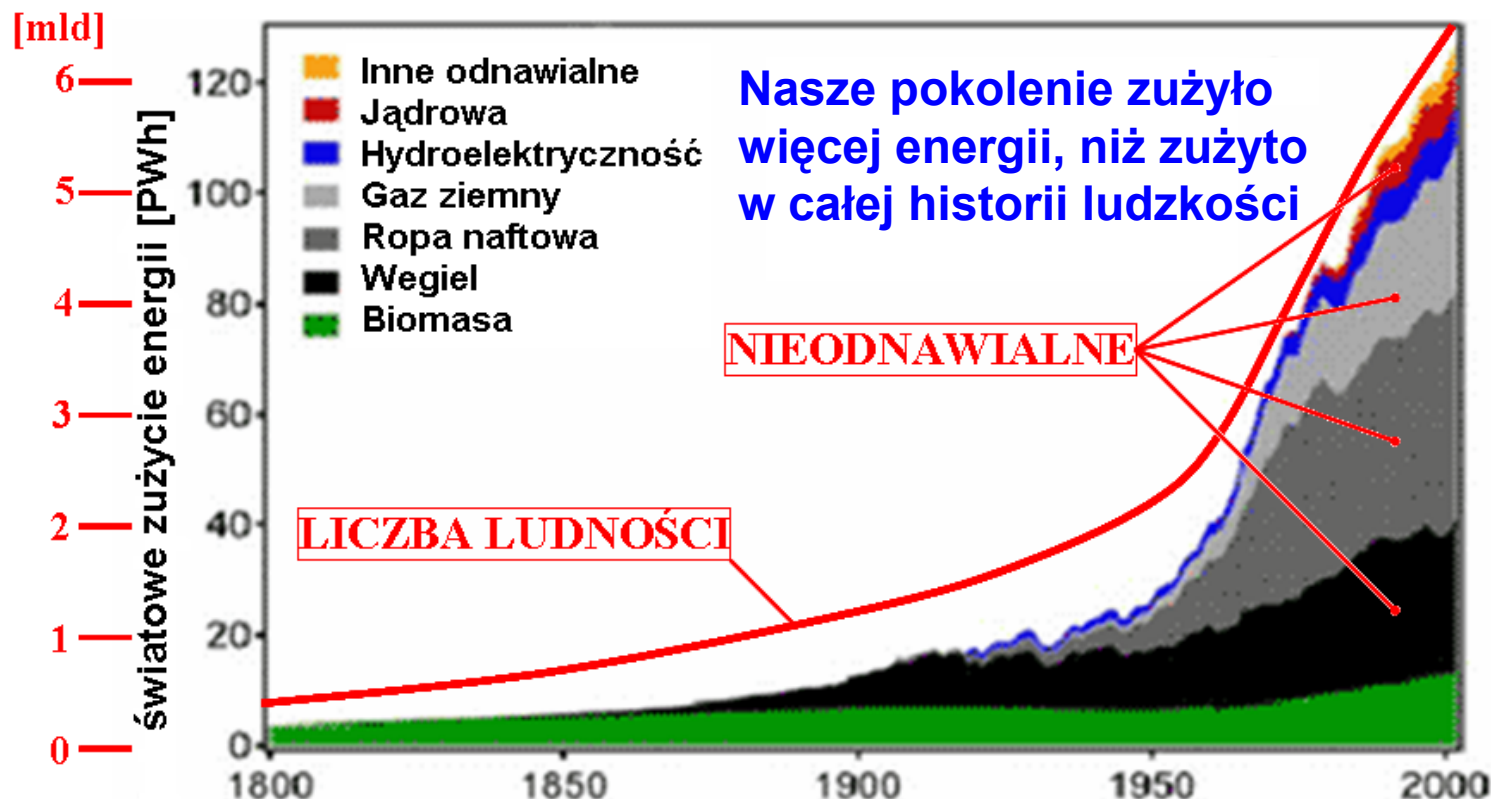


TAK



NIE

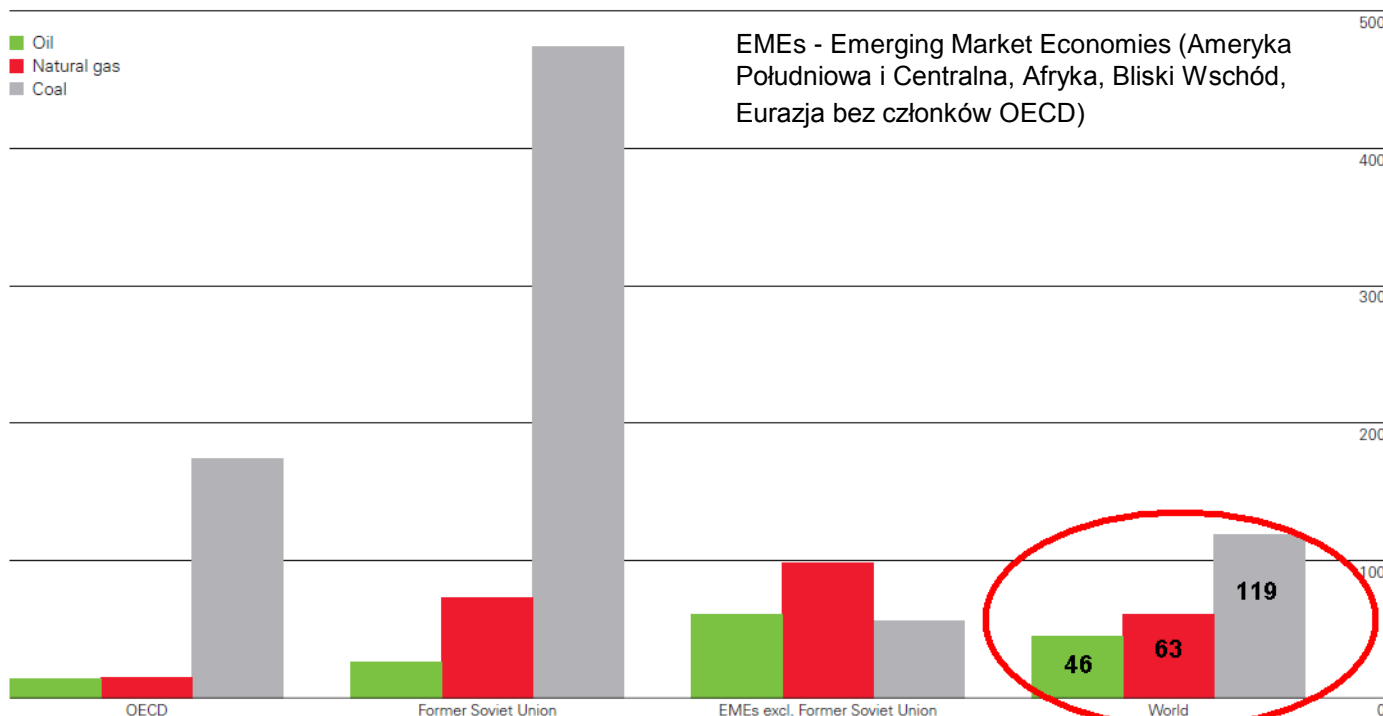
# Globalne zużycie energii z poszczególnych źródeł energii pierwotnej (do 2004 r)



1PWh (1 petawatogodzina = 10<sup>15</sup> Wh (biliard Wh))

- Według Energy Information Administration od roku 2007 do 2035 światowe zużycie energii wzrośnie z 495 kwadrylionów Btu (British thermal units) do 739 Btu (o 49%)\*

Fossil fuel reserves-to-production (R/P) ratios at end 2009 \*\*  
Years



While coal remains the world's most abundant fossil fuel, with an R/P ratio of 119 years, proved reserves of oil and natural gas increased in 2009 and have tended to rise over time. OECD countries account for less than 10% of global proved reserves for oil and natural gas, but 42.6% of proved coal reserves.

# Dokumenty UE



## Pakiet klimatyczno-energetyczny „3x20”



W ramach zobowiązań ekologicznych Unia Europejska wyznaczyła na 2020 rok cele ilościowe, tzw. „3x20%”, tj.:

- **zmniejszenie emisji gazów** cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990
- **zmniejszenie zużycia energii** o 20% w porównaniu z prognozami dla UE na 2020 r.
- **zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii** średnio do 20% całkowitego zużycia energii w UE, w tym zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w transporcie do 10%

*Docelowy udział energii z OZE w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku dla Polski wynosi 15%*

W grudniu 2008 roku został przyjęty przez UE Pakiet klimatyczno-energetyczny, w którym zawarte są konkretne narzędzia prawne realizacji ww. celów

# Narzędzia realizacji Pakietu



Narzędziami realizacji Pakietu „3x20” stały się między innymi:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania **energii** ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE (w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym **energii elektrycznej** wytwarzanej ze źródeł odnawialnych) oraz 2003/30/WE (w sprawie wspierania użycia w **transporcie** biopaliw lub innych paliw odnawialnych) – **określająca nowy system promowania energii z OZE**
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzającą mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz zmieniającą dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylająca dyrektywę 93/12/EWG – **obejmująca nowe regulacje prawne dla sektora transportu**

# Polityka energetyczna Polski do 2030 roku

W celu realizacji założeń Pakietu 10 listopada 2009 roku Rada Ministrów przyjęła uchwałę w sprawie **Polityki energetycznej Polski do 2030** roku uchylając poprzednią



## Podstawowe kierunki polskiej polityki:

- Poprawa efektywności energetycznej
- Wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii
- Dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej
- Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- Rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii
- Ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko

# Obszary wykorzystania OZE

Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii prowadzony jest w trzech obszarach:



- energii elektrycznej



- ciepła i chłodu



- biokomponentów wykorzystywanych w paliwach i biopaliwach ciekłych

Jednym z elementów warunkujących rozwój wykorzystania OZE jest ich zdefiniowanie oraz określenie jednoznacznych zasad obliczania udziału energii z OZE w ogólnym bilansie energii

# Energia OZE wg Dyrektywy 2009/28/WE

„Energia ze źródeł odnawialnych” oznacza:

- energię wiatru
- energię promieniowania słonecznego
- energię aerotermalną
- energię geotermalną
- energię hydrotermalną
- energię oceanów
- hydroenergię
- energię pozyskiwaną z biomasy
- energię gazu pozyskiwanego z:
  - wysypisk śmieci
  - oczyszczalni ścieków
  - ze źródeł biologicznych (biogaz)



→ **BIOPALIWA**

## Definicje Dyrektywa 2009/28/WE



**BIOMASA** - ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich

**BIOPALIWA** - ciekłe lub gazowe paliwa dla transportu, produkowane z biomasy

**BIOPŁYNY** - ciekłe paliwa dla celów energetycznych, innych niż w transporcie, w tym do wytwarzania energii elektrycznej oraz energii ciepła i chłodu, produkowane z biomasy

# Kryteria zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do biopaliw i biopłynów - 2009/28/WE



- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych dzięki wykorzystaniu biopaliw i biopłynów **powinno wynosić** co najmniej:
  - 35 %
  - 50% od 1 stycznia 2017 r.
  - 60% od 1 stycznia 2018 r.
- Biopaliwa i biopłyny **nie** mogą pochodzić z surowców uzyskanych z:
  - terenów o wysokiej wartości bioróżnorodności (np.: lasów pierwotnych, obszarów objętych ochroną przyrody, naturalnych obszarów trawiastych),
  - z terenów zasobnych w pierwiastek węgla (tereny podmokłe, obszary stale zalesione),
  - z torfowisk
- Surowce rolne wykorzystywane do produkcji biopaliw i biopłynów **muszą** być uprawiane na zasadach zgodnych z ochroną środowiska

## Dyrektywa 2009/28/WE

- **10%** udziału energii OZE w transporcie ma pochodzić ze źródeł odnawialnych jako całości, a nie tylko z biopaliw

Udział **energii z OZE**  
w transporcie

=

**Ilość energii z OZE** zużytej we wszystkich rodzajach transportu

**Całkowita ilość energii** zużyta w transporcie  
(benzyna, ON oraz biopaliwa w transporcie drogowym i kolejowym, energia elektryczna)

- Wkład paliw wytworzonych z odpadów, pozostałości, niespożywczego materiału celulozowego oraz materiału lignocelulozowego uznaje się za **dwukrotnie większy** od wkładu innych biopaliw (art. 21, ust. 2)
- Do obliczenia ilości energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii zużywanej przez elektryczne pojazdy drogowe uznaje się, że zużycie to równe jest pomnożonej przez **2,5 wartości** energetycznej przypadającej na pobraną energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii (art.3, ust. 4)

## Dyrektywa 2009/28/WE



Osiągnięcie powyższego celu możliwe do realizacji poprzez:

- **Produkcję wewnątrzspółnotową i przywóz, konieczna jest jednak równowaga między produkcją a przywozem**
- **Zapewnienie dla sektora transportu spójności specyfikacji paliw transportowych i ich dostępności**
- **Podjęcie działań wspierających kryteria zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do biopaliw oraz rozwój biopaliw drugiej i trzeciej generacji**
- **Wprowadzenie do obrotu mieszanek oleju napędowego o wyższej zawartości biodiesla**

## Dyrektywa 2009/28/WE

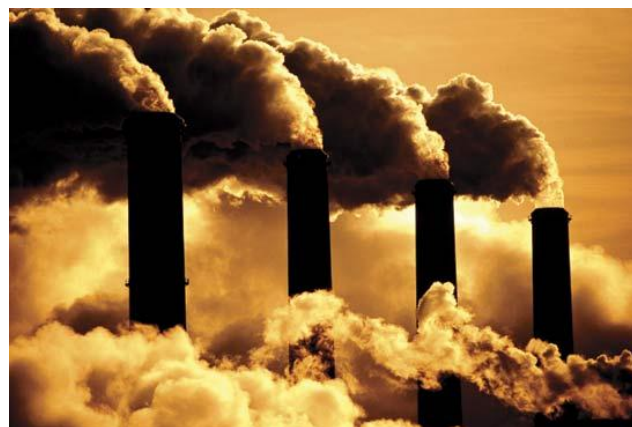


- Przyznanie Komisji Europejskiej uprawnień do przyjęcia zasad metodologicznych i wartości niezbędnych do oceny, czy w odniesieniu do biopaliw i biopłynów zostały spełnione kryteria zrównoważonego rozwoju
- Przewidziano wprowadzenie nowych systemów certyfikacji biopaliw. Zasady certyfikacji zawarto w zbiorze wytycznych (dwa komunikaty oraz decyzja z 2010 roku)
- Biopaliwa o potwierdzonych kryteriach zrównoważonego rozwoju przez UE lub kraj członkowski mogą dostać wsparcie i będą się liczyć do celu zużycia
- Niezależnie od tego, czy surowce były uprawiane na terenie wspólnoty, czy poza jej terytorium, energię z biopaliw uwzględnia się do celów bilansu, jeśli są spełnione kryteria zrównoważonego rozwoju
- Biopaliwa będą podlegały weryfikacji pod kątem spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju

## Dyrektywa 2009/28/WE



- **Określenie zasad obliczania wpływu biopaliw, biopłynów i ich odpowiedników kopalnych na emisję gazów cieplarnianych (załącznik V)**
- **Ustanowienie wykazu wartości standardowych dla powszechnych ścieżek produkcji biopaliw, który powinien być aktualizowany i rozszerzany wraz z nowymi wiarygodnymi danymi**



## Dyrektywa 2009/30/WE



- Zmiana specyfikacji dla paliw przeznaczonych do pojazdów wyposażonych w silniki z zapłonem iskrowym – zwiększenie zawartości tlenu do 3,5% i etanolu do 10,0% v/v (załącznik nr I)
- Dopuszczenie do obrotu benzyny zawierającej etanol o zwiększonej prężności par (art. 1, załącznik nr III)
- W okresie przejściowym zapewnienie dostępności benzyny do starszych pojazdów
- Zmiana specyfikacji dla paliw przeznaczonych do pojazdów wyposażonych w silniki z zapłonem samoczynnym – zwiększenie zawartości FAME do 7,0%v/v (załącznik nr II)
- Zalecenie podjęcia szybkich prac nad normą zwiększająca ilość biokomponentów w ON do 10%
- Zalecenie odnośnie zmniejszenia zawartości siarki w paliwach do statków żeglugi śródlądowej, ciągników rolniczych i leśnych

# Biopaliwa i technologie ich produkcji



© www.123rf.com

# Podział biopaliw

## kryterium podziału - pochodzenie surowca



### ■ Biopaliwa I generacji

Otrzymywane z surowców roślinnych alternatywnych dla produkcji żywności (bioetanol, czyste oleje roślinne, biodiesel (FAME, FAEE), biogaz)



### ■ Biopaliwa II generacji

Otrzymywane w wyniku przetwarzania biomasy niejadalnej (celulozy i lignocelulozy) oraz organicznych materiałów odpadowych w procesach biochemicznych lub termochemicznych



### ■ Biopaliwa III generacji

Wykorzystanie surowców pochodzących z roślin o wysokiej wydajności (w tym GMO) oraz organizmów genetycznie modyfikowanych

# Technologie otrzymywania biopaliw

## Biopaliwa I generacji



- **Bioetanol** – fermentacja surowców cukrowych i skrobiowych



- **Biodiesel** – transestryfikacja olejów roślinnych do estrów metylowych (FAME) i estrów etylowych (FAEE)



- **Czyste oleje roślinne** – z procesów tłoczenia i ekstrakcji



- **Biogaz** - otrzymywany po oczyszczeniu biogazu składowiskowego, bądź rolniczego

# Technologie otrzymywania biopaliw

## Biopaliwa II generacji

Technologie biopaliw drugiej generacji są dość złożone z wieloma opcjami i różnymi drogami przebiegu



SUROWIEC



PROCESY KONWERSJI



PRODUKTY

- Trawy
- Odpady leśne
- Odpady z rolnictwa
- Odpady pochodzenia zwierzęcego
- Rośliny energetyczne
- Drzewa

- Spalanie
- Piroliza
- Zgazowanie
- Fermentacja enzymatyczna
- Hydroliza kwasowa/fermentacja
- Inne

- **CIEPŁO**
- **ELEKTRYCZNOŚĆ**
- **PALIWA**
- Chemikalia
- Środki spożywcze



# Biopaliwa II generacji

## Zalety

- Wyższa redukcja emisji CO<sub>2</sub>
- Wyższa efektywność energetyczna
- Różnorodność surowców – brak konkurencji z produkcją żywności
- Właściwości paliwa niezależne od wsadu surowcowego

## Wady

- Stan rozwoju technologii i ich dostępność
- Wyższa cena w porównaniu do paliw kopalnych
- Konkurencja surowcowa z innymi sektorami gospodarki

### Konkurencja po stronie podaży (rolnika):

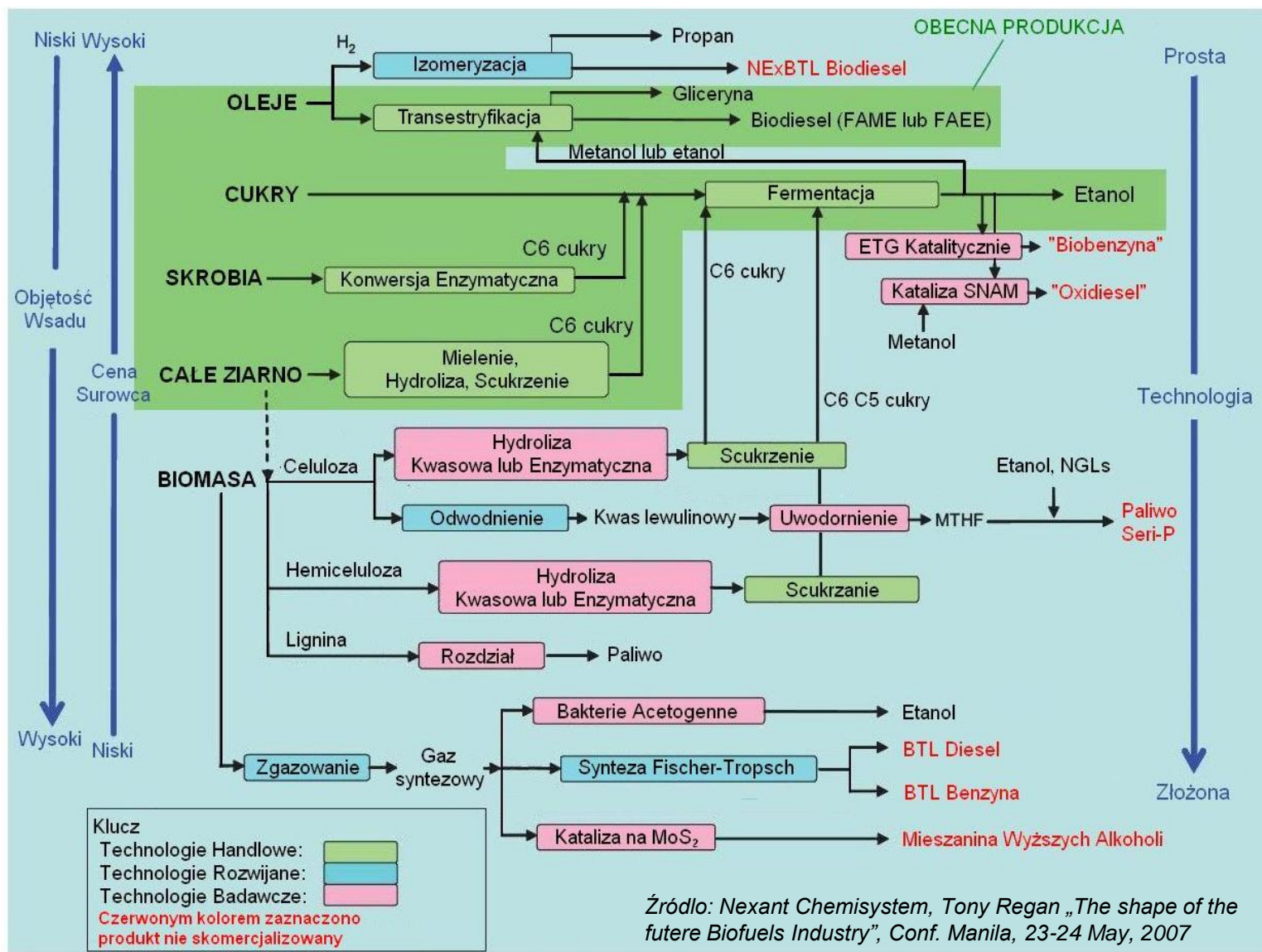
- Produkcja żywności
- Produkcja biomasy na cele przemysłowe
- Zalesianie

### Konkurencja po stronie popytu:

- Elektroenergetyka
- Ciepłownictwo
- Produkcja biopaliw płynnych
- Przemysł

Przykład: konkurencja o biomasę z leśnictwa między elektroenergetyką a przemysłem celulozowo-papierniczym, przemysłem produkcji płyt wiórowych i przemysłem meblarskim

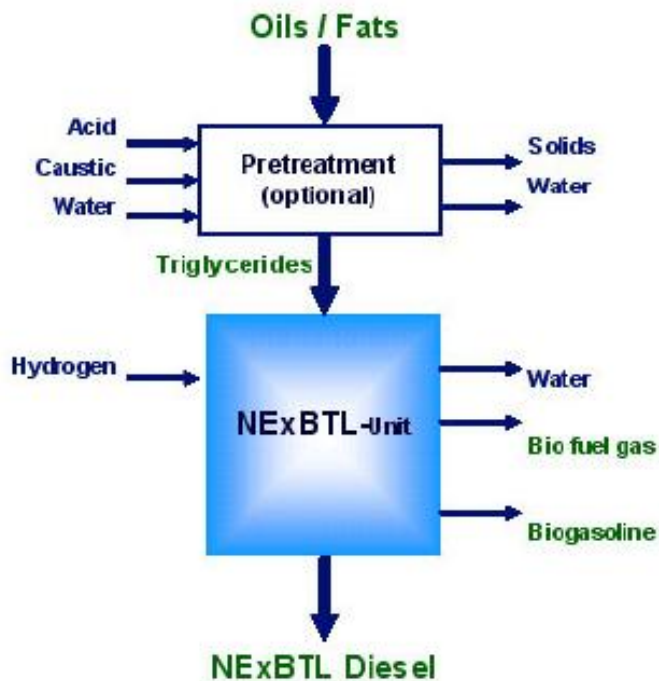
# Kierunki rozwoju technologii biopaliw II generacji



Źródło: Nexant Chemisystem, Tony Regan „The shape of the future Biofuels Industry”, Conf. Manila, 23-24 May, 2007

# Czy biopaliwa II generacji ? Uwodornienie olejów i tłuszczów

Surowce: oleje roślinne, tłuszcze odpadowe



Produkt: ciekłe węglowodory parafinowe

Źródło: Neste Oil: NExBTL Renewable Synthetic Diesel



Neste Oil Porvoo Refinery Diesel Project, Porvoo Kilpilahti, Finland

Wydajność produkcji oleju wynosi 170 tys. t/r; w Singapurze rozpoczęto budowę instalacji o wyd. 800 tys. t/r, planowany rozruch 2010, planowana jest podobna instalacja w Rotterdamie - ukończenie 2011 r

Podobne technologie: CanmetENERGY SUPERCETANE (Canmet – Kanada); Bio-Synfining (Dynamic Fuels- USA)

# Biopaliwa II generacji – Etanol z celulozy i lignocelulozy

**Surowce:** drewno, słoma, siano

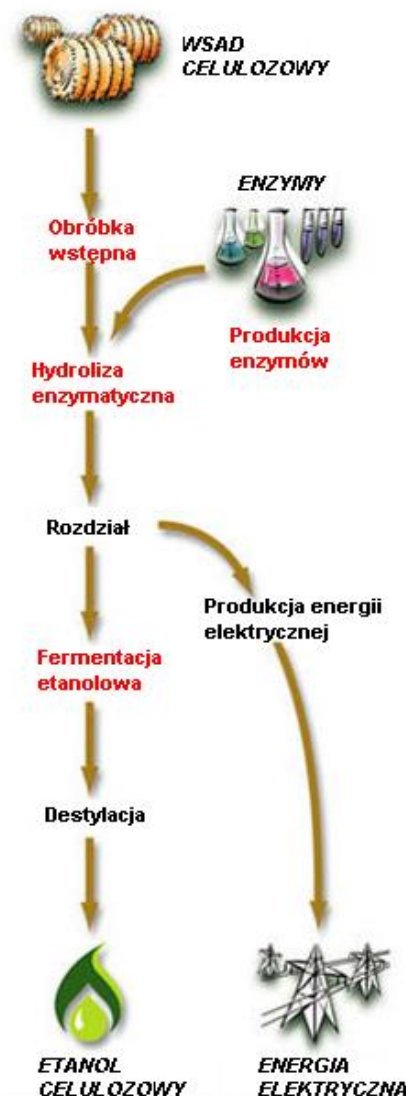
**Produkt:** etanol celulozowy, energia elektryczna

- Obserwuje się duży wzrost zainteresowania etanolem z celulozy
- Większość technologii jest w fazie badań i rozwoju
- Opracowywane są nowe technologie hydrolizy i fermentacji
- Wciąż znaczne koszty produkcji, ale sukcesywnie spadają

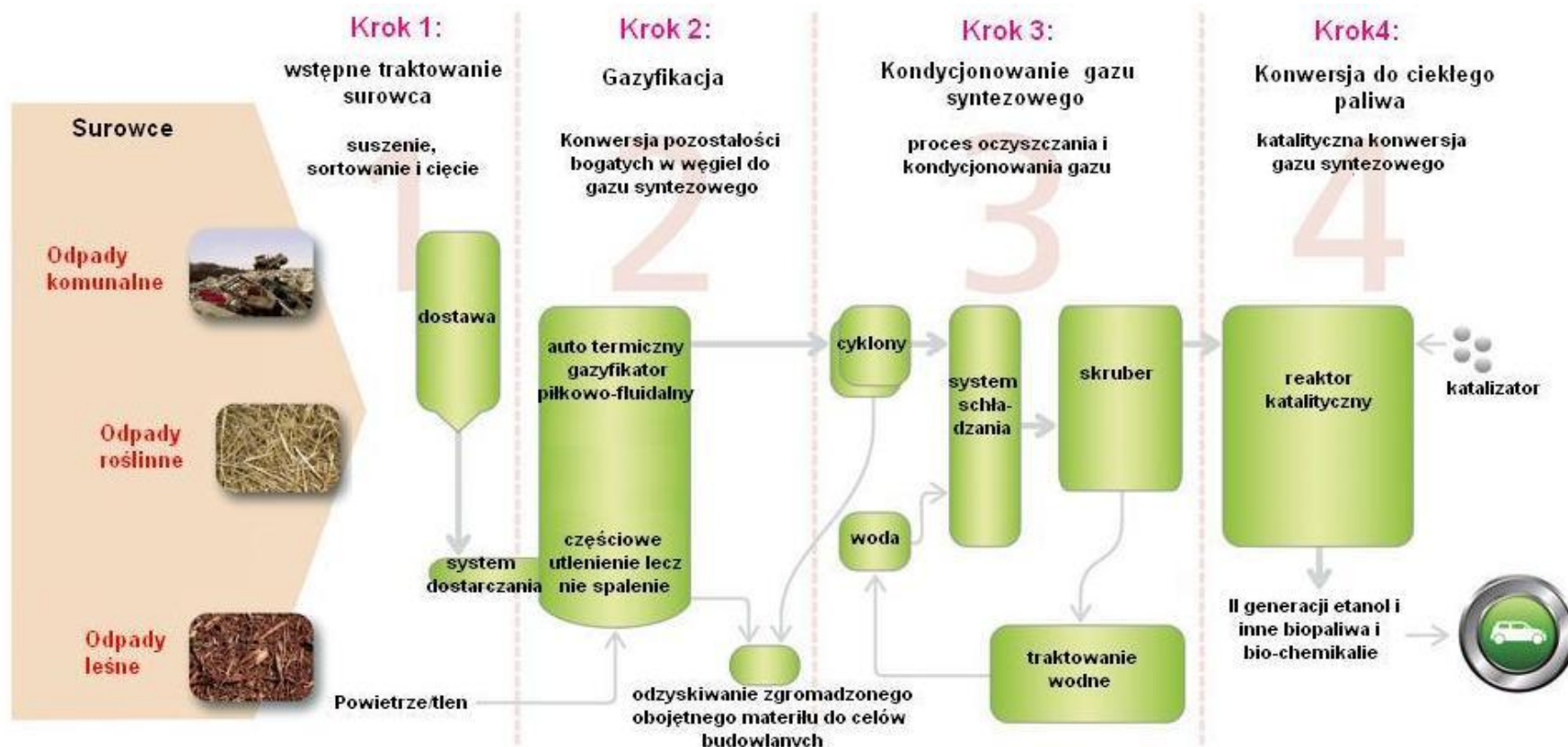
## Przykłady pracujących instalacji

- Iogen - Ottawa Kanada – 2 mln l/rok, 2004
- BlueFire Ethanol - Kanada (biorafineria w Izumi Japonia – 0,09 mln l/rok), 2007
- Abengoa Bioenergy- Hiszpania – 8 instalacji (4 USA, 4 EU) – 1500 mln l/rok, 2008
- Range Fuels - Soperton Plant USA – 38 mln l/rok (etanolu i metanolu), 2009
- Verenium – Jennings USA – 5,3 mln l/rok (do 2012)
- Inbicon – Kalundborg Dania – 5,7 mln l/rok, 2010
- KL Energy Corporation – Upton USA – 4,5 mln l/rok, 2008
- POET Energy – Scotland USA – 0,08 mln l/rok

Źródło: Iogen Corporation [www.ioген.ca](http://www.ioген.ca)



# Biopaliwa II generacji - Technologie oparte na zgazowaniu biomasy



## Wady

- Duże zapotrzebowanie energetyczne procesu
- Wysoki koszt produkcji oraz koszty inwestycyjne

# Biopaliwa II generacji - Technologie oparte na zgazowaniu biomasy



Choren – Freiberg, Niemcy

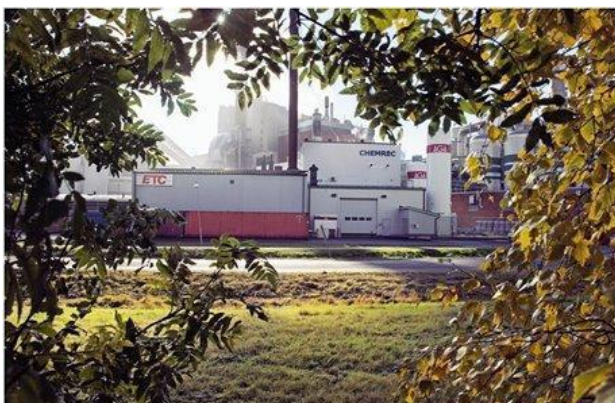
**Zakład Beta ukończony w 2008 roku będzie produkował do 18 milionów litrów paliwa syntetycznego rocznie**



Enerkem - Westbury, Szwecja

**We wrześniu 2010 uruchomiono instalację pilotażową produkującą BioDME, ok. 1400 ton/rok**

**W 2010 roku planowane jest uruchomienie w Westbury przemysłowej instalacji demonstracyjnej, wytwarzającej 5 milionów litrów bioetanolu rocznie**



Chemrec - Piteå, Szwecja

# Biopaliwa II generacji – Technologie oparte na pirolizie

## *Rapid Thermal Process*

- Temperatura procesu - 500°C
- Czas reakcji < 2s
- Wsad – odpady drzewne, biomasa rolnicza
- Bilans procesu: 75% obj. wsadu - bioolej, 12,5% - gaz, 12,5% - biokarbon

Produkt - **bioolej** może być wykorzystany jako paliwo w generatorach lub poddawany procesom ekstrakcji biochemicznej, w wyniku których uzyskuje się ponad 30 produktów handlowych

## Przykłady pracujących instalacji

- Ensyn – Kanada – siedem zakładów produkcyjnych (Stany Zjednoczone, Kanada)
- Dynamotive Energy Systems Corporation – Kanada – dwa zakłady produkcyjne (Kanada)



Instalacja Ensyn RTP w Renfrew, Ontario, przetwarzająca dziennie 100 ton odpadów drzewnych



Instalacja Dynamotive w Guelph, Ontario przetwarzająca dziennie 200 ton biomasy

# Biopaliwa II generacji - Technologie oparte na depolimeryzacji termiczno-katalitycznej



Instalacje KDV działają w:

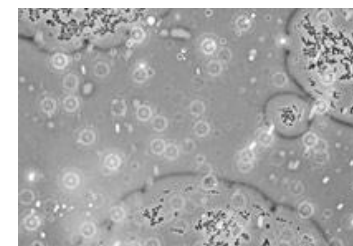
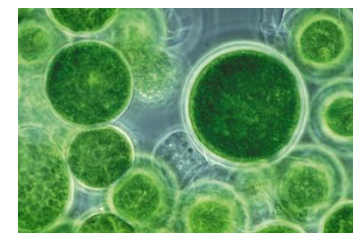
- ✓ Kanadzie,
- ✓ Meksyku,
- ✓ Bułgarii,
- ✓ Hiszpanii,
- ✓ Niemczech

Wydajności produkcji oleju z tony różnych surowców w technologii KDV 500

Surowiec	Wydajność oleju z tony surowca
Mączka kostna	300 l/t
Słoma	300 l/t
Plastik	800 l/t

## Inne rozwijane technologie

- **Hydro Thermal Upgrading** (HTU Process – TNO (Holandia) – technologia przetwarzania mokrej biomasy przy wysokim ciśnieniu, powstaje bioolej, który następnie poddaje się hydroodtlenianiu); instalacja pilotażowa
- **Katalityczna konwersja biomasy** – Virent (USA) – Proces BioForming: wieloetapowy proces uzyskiwania paliw z cukrów (przygotowanie surowca, hydroliza, uwodornienie, reforming, katalityczne procesy kondensacji i oligomeryzacji) – instalacja demonstracyjna uruchomiona w 2010 w Madison (wspólnie z Shell)
- **Paliwa z alg** produkowane z wykorzystaniem technologii produkcji biopaliw I i II generacji (duże koszty hodowli alg, wymagane duże nasłonecznienie); istnieje szereg instalacji pilotażowych (Solazyme – San Francisco USA; Sapphire Energy – USA; Cellaena – Hawaje, USA; LiveFuels – USA; Seambiotic – Ashkelon, Izrael; AlgaFuel – Lizbona, Portugalia)
- **Fermentacja biomasy** – LS9, Inc., the Renewable Petroleum Company, South San Francisco (USA) – Renewable Petroleum™ jednoetapowy proces fermentacji biomasy do paliwa; bakterie *E. coli* wydzielają enzymy rozkładające hemicelulozę na cukry, a następnie przetwarzają cukru w inne chemikalia, w tym paliwo – instalacja pilotażowa



Źródło: <http://www.technologyreview.com/energy/24422>



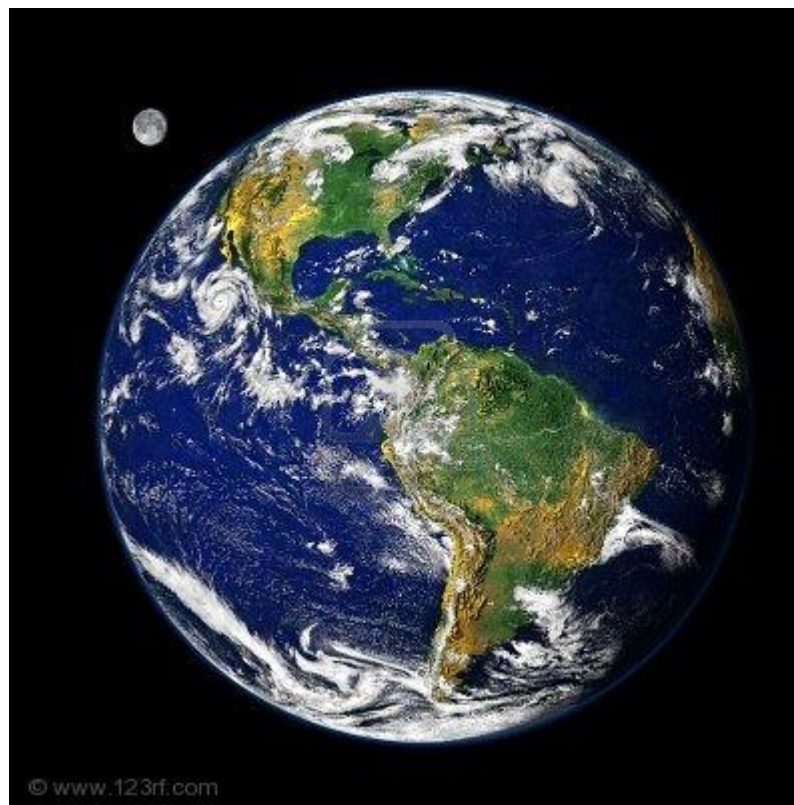
## Biopaliwa III generacji

**Biowodór, biometanol, biobutanol** otrzymywane, podobnie jak biopaliwa II generacji, w wyniku zgazowania lignocelulozy i syntezy produktów zgazowania lub w wyniku procesów biochemicznych, przy czym stosowany surowiec jest odpowiednio modyfikowany na etapie uprawy;

Pozyskanie drzew o niskiej zawartości ligniny, rozwój upraw z wbudowanymi odpowiednio enzymami by proces konwersji biomasy do biopaliw był jak najbardziej wydajny

**Dłuższa perspektywa wdrożenia**

# Wnioski





- **Wspierane będą wyłącznie biopaliwa spełniające kryteria zrównoważonego rozwoju i przynoszące realne oszczędności emisji gazów cieplarnianych**
- **W celu osiągnięcia udziału 10% udziału energii z OZE w transporcie konieczne są:**
  - **Standaryzacja w zakresie wymagań jakościowych dla biopaliw**
  - **Rozwój technologii produkcji paliw wyższych generacji i wspieranie badań naukowych**
  - **Wprowadzenie na rynek pojazdów przystosowanych do nowego rodzaju paliw, jak i pojazdów o napędach hybrydowych**
- **Biopaliwa I generacji (bioestry, bioetanol) nie spełniają kryteriów zrównoważonego rozwoju**
- **Dotychczas brak jest uregulowań w zakresie paliw II generacji wytwarzanych w różnych procesach**
- **Perspektywiczne kierunki rozwoju biopaliw II generacji to katalityczne hydroodtlenianie olejów niespożywczych i tłuszczów odpadowych, zgazowanie biomasy i synteza paliw w procesie FT oraz kraking termiczny biomasy lub odpadów organicznych. Są to procesy w dużej mierze bazujące na istniejących procesach/technologiach w przemyśle petrochemicznym**

# Dziękuję za uwagę

