



# **Możliwości i bariery rozwoju zaawansowanych biopaliw w Polsce**

**dr hab. Piotr Gradziuk, prof. IRWIR PAN**  
**[pgradziuk@irwirpan.waw.pl](mailto:pgradziuk@irwirpan.waw.pl)**

**29 czerwca 2017, Warszawa**

# Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Przesłanki rozwoju rynku biopaliw
3. Rynek biopaliw w Polsce
4. Kierunki zmian w regulacjach prawnych
5. Biopaliwa kolejnych generacji – technologie i surowce
6. Podsumowanie



# Doświadczenie (1)

- Possibilities of gaining biomass for the power plant of a wattage 12 MWe in Hradec Kralove (the Czech Republic). Opracowanie wykonane na zlecenie: Electric Power Development Co., Ltd., 15-1, Ginza, 6 chome, Chuo-ku, Tokyo, Japan (2005 r.),
- Promoting the production and utilization of energy crops at European level" ENCROP (2009),
- Supporting the organization of spot markets supply for woodchips and firewood BiomassTradeCentres BLTC" (contract number EIE/07/054/SI2.466833), 2008 -2011.



# Doświadczenie (2)

- Badanie rynku biomasy dla Jednostek Energetycznych firmy FORTUM S.A. w Częstochowie i Zabrze, 2012 r.,
- Analiza możliwości pozyskania biomasy pochodzenia rolnego i leśnego na obszarze w promieniu do 50/100/150/200 km od Zamościa, na terenie Polski i Ukrainy. Dalkia Polska S. A., 2012 r.),
- Status and prospects of use of wheat straw in Poland. Opracowanie wykonane na zlecenie: Green Source Poland Sp. z o. o., 2013 r.,
- Analiza możliwości pozyskania biomasy na cele produkcji biopaliw kolejnych generacji, ORLEN S.A., 2014.

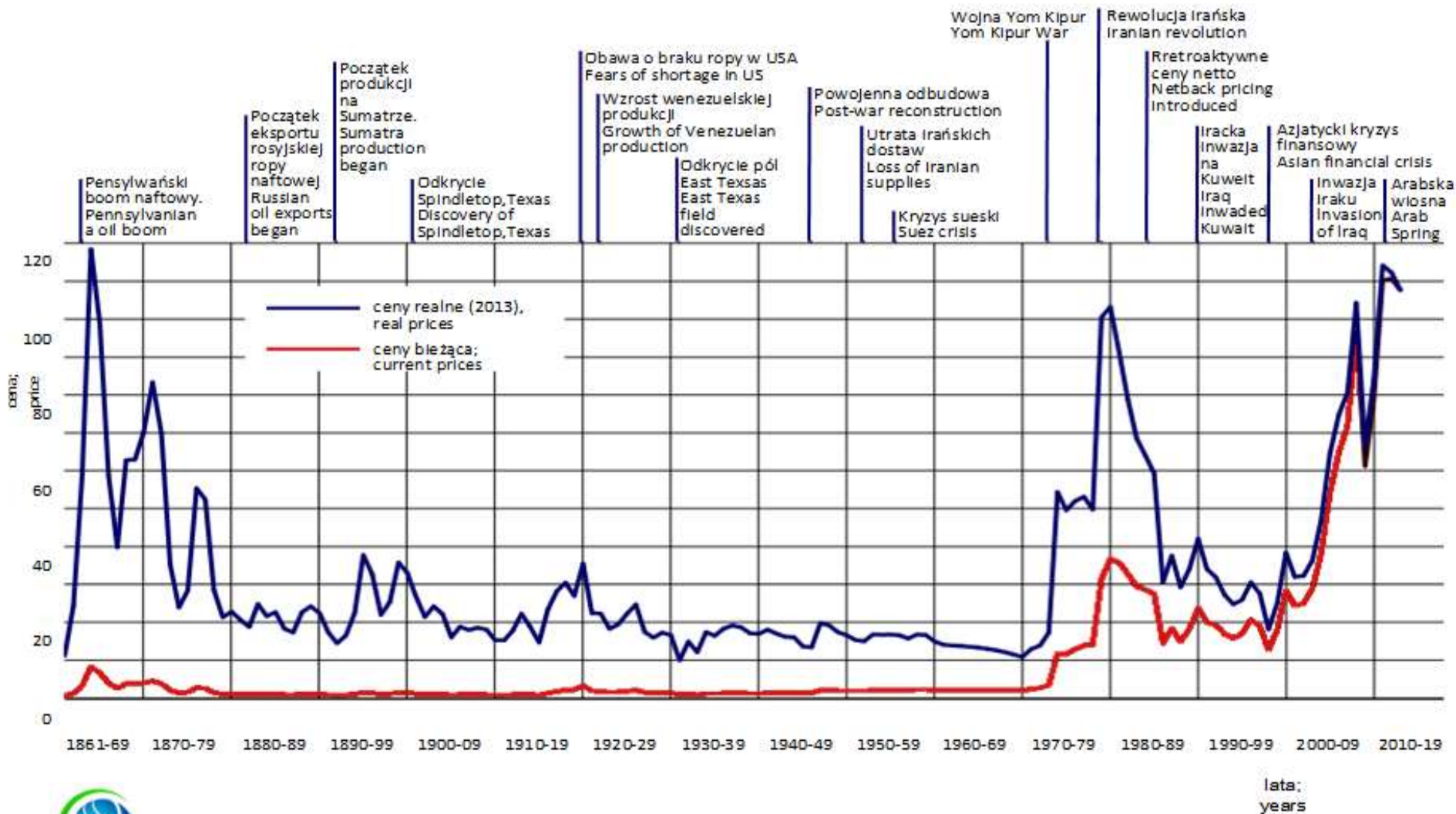


# Przesłanki rozwoju rynku biopaliw

- kryzysy energetyczne,
- stagnacja popytu na surowce rolnicze i produkty żywnościowe,
- troska o środowisko,
- bezpieczeństwo energetyczne.



# Ceny nominalne i realna ropy naftowej Brent FOB\* w latach 1861-2013



# Światowa produkcja etanolu w tys. m<sup>3</sup>

Kraj	2004	2005	2006
Brazylia	15 098	15 999	16 998
USA	13 380	14 778	18 376
Chiny	3 649	3 800	3 849
Indie	1 749	1 699	1 900
Francja	829	908	950
Niemcy	269	431	765
Kanada	231	231	579
Polska	201	220	250
Pozostałe kraje	5 358	7 922	7 389
<b>Razem</b>	<b>40 764</b>	<b>45 988</b>	<b>51 056</b>

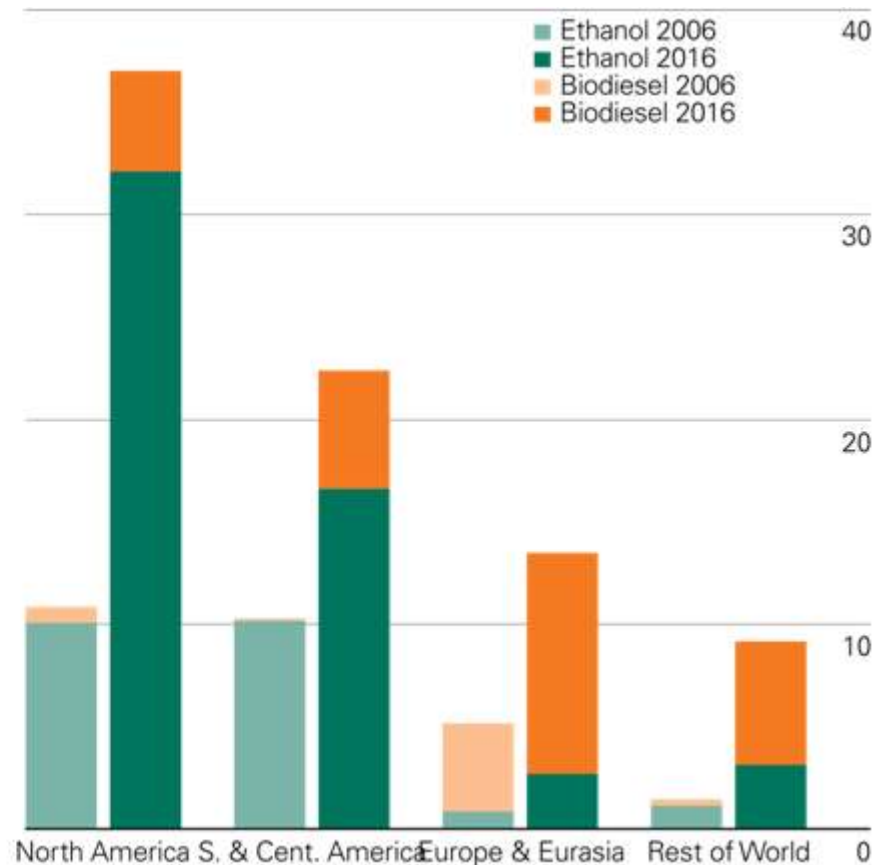
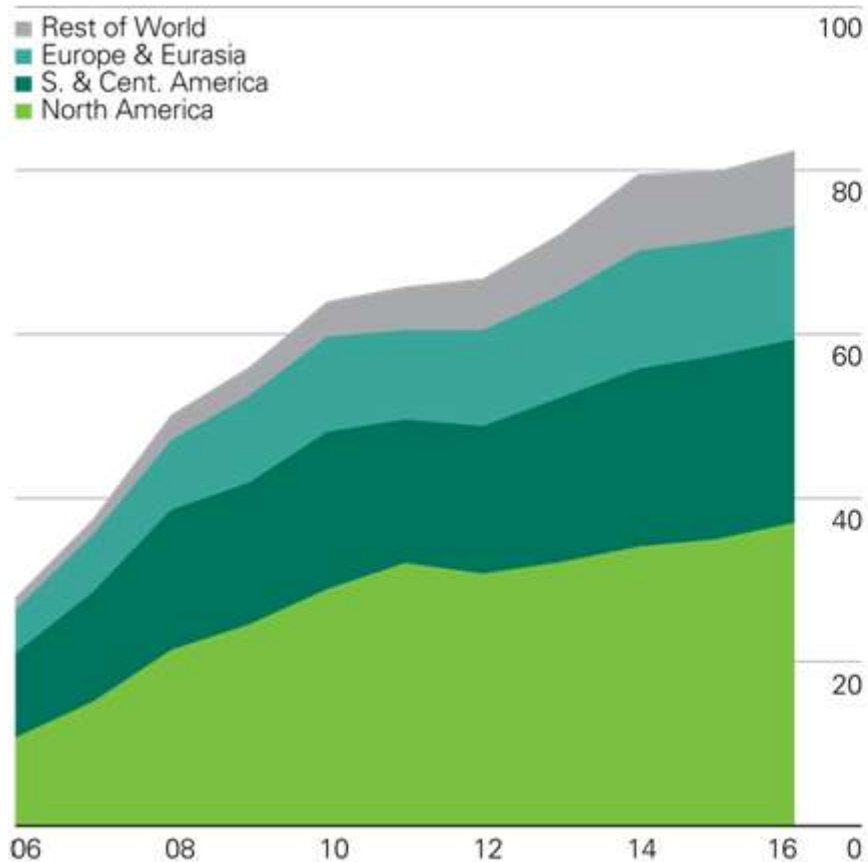
Źródło: Renewable Fuels Association, Waszyngton

# Biofuels production by region

Million tonnes oil equivalent

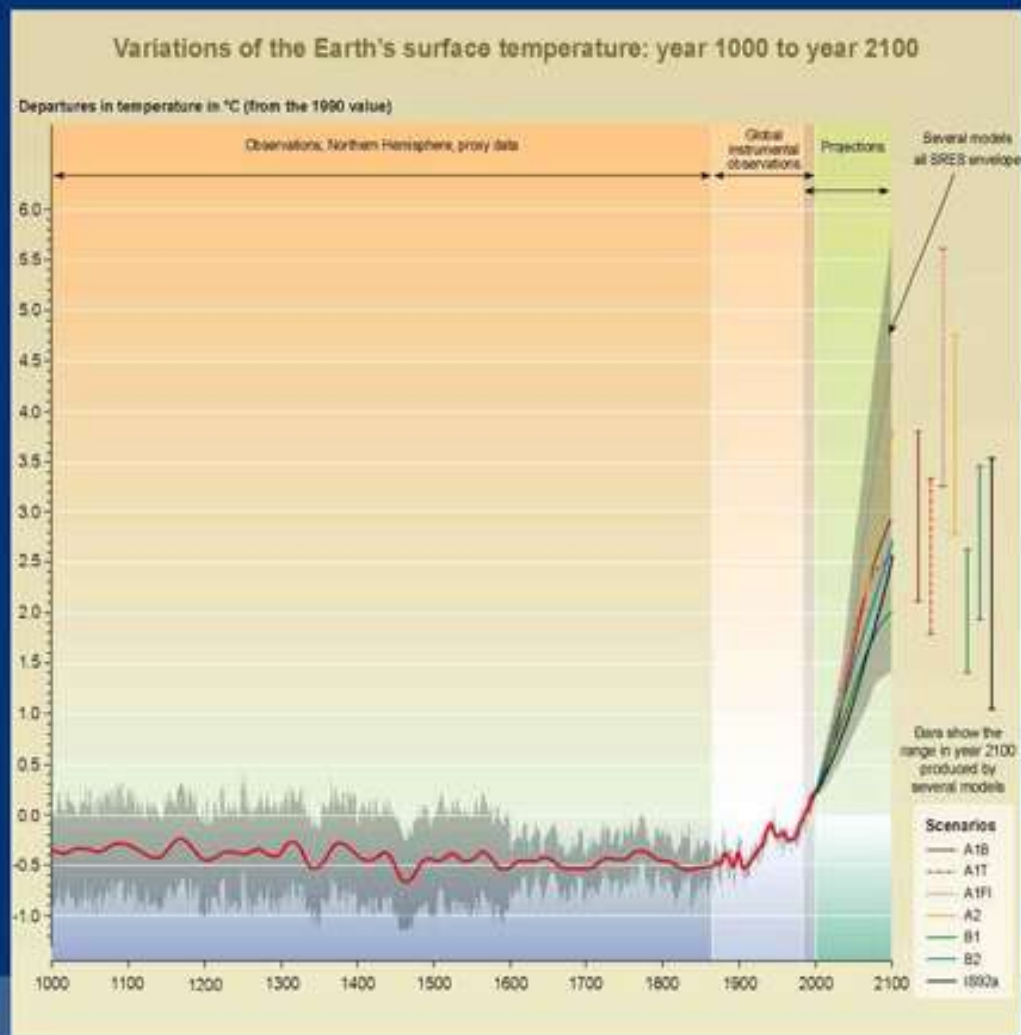


## World biofuels production





# Zmiany temperatury powierzchni Ziemi w latach 1000-2100



SYR - FIGURE 9-1b

IPCC

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



# Działania na szczeblu globalnym

- 1979 - Pierwsza Światowa Konferencja Klimatyczna
- 1988 - Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu
- 1992 - Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu
- 1995 – I Konferencja Stron Konwencji (COP)
- 1997 – Protokół z Kioto
- 2015 – XXI COP – Globalne porozumienie klimatyczne



# Działania UE (dyrektywy)

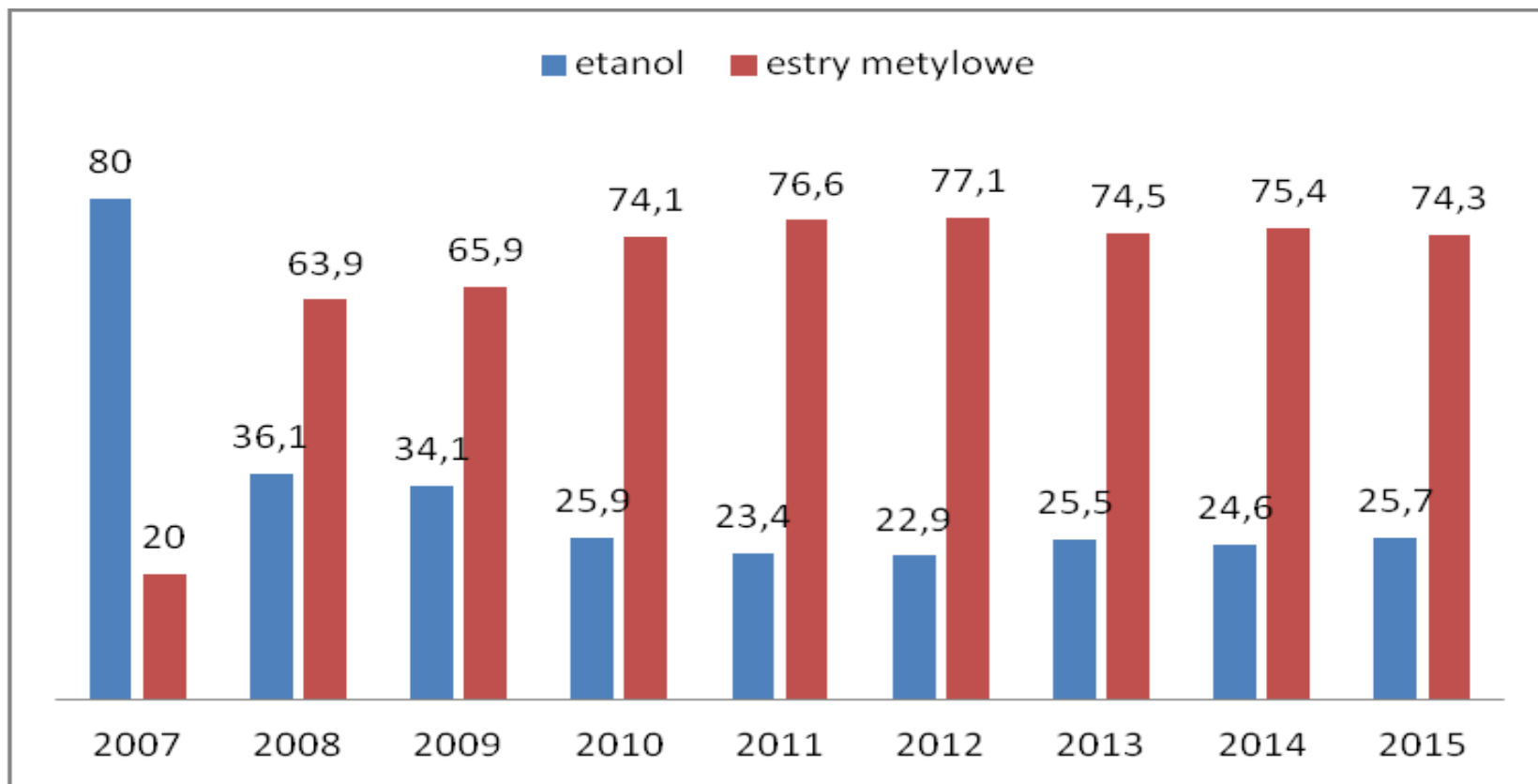
- 2003/30/WE w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych – do 2010 r. – 5,75%,
- 2009/28/WE (RED – Renewable Energy Directive) w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (zmiana dyrektyw 2001/77/WE oraz 2003/30/WE) – do 2020 r. – 10%,
- 2009/30/WE (FQD – Fuel Quality Directive) zmiana dyrektywy 98/70/WE – do 2020 r. Narodowy Cel Redukcyjny – 6%).
- 2015/1513 – zmiana dyrektyw 98/70/WE i 2009/28/WE – określenie limitu poziomu biopaliw pierwszej generacji, ich maksymalna ilość w 2020 r. nie może przekraczać 7%.



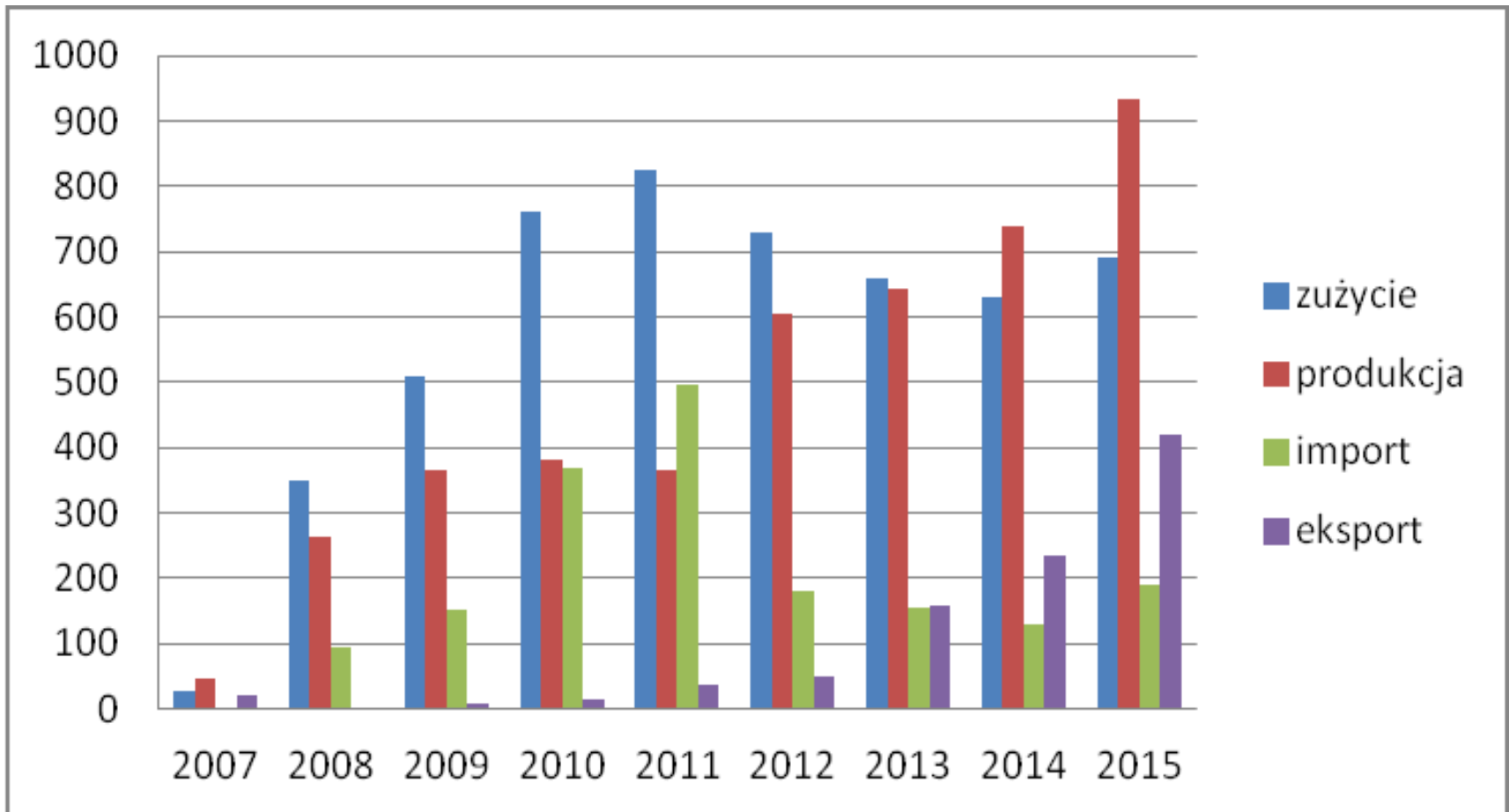
# Narodowy Cel Wskaźnikowy i jego realizacja

Wyszczególnienie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NCW [%]	3,45	4,60	5,75	6,20	6,65	7,10	7,10	7,10	7,10	7,60	8,50
NCW zredukowany [%]					5,65	6,04	6,04	6,04	6,04	6,23	7,23
Realizacja	3,62	4,65	5,84	6,24	5,79	6,18	6,20	5,68			

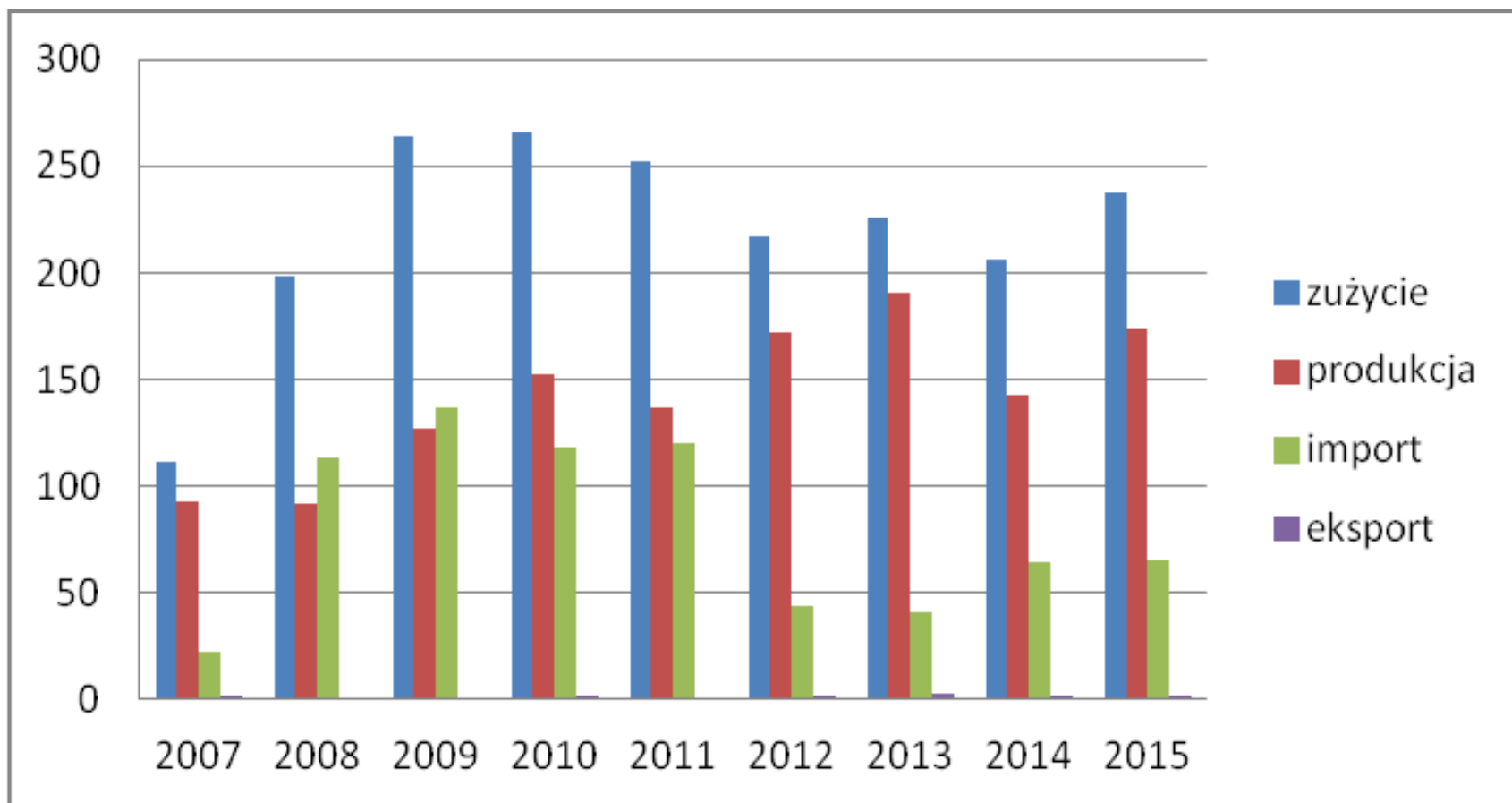
# Struktura zużycia biopaliw w Polsce w latach 2007-2015 [%]



# Bilans biodisela w Polsce w latach 2007-2015 [tys. t]



# Bilans bioetanolu w Polsce w latach 2007-2015 [tys. t]



## Powierzchnia upraw rolnych, w tym wykorzystywanych do produkcji biokomponentów (bioetanol i estry) [ tys. ha]

Rodzaj surowca	2013		2014		2015	
	ogółem	biopaliwa	ogółem	biopaliwa	ogółem	biopaliwa
Kukurydza	614	57,6	678	58,8	670	71,8
Rzepak	940	543,3	985	494,6	994	661,8
Pszenica	2 138	0,0	2 339	0,0	2 395	0,0
Jęczmień	820	0,0	808	0,0	839	0,0
Pszenżyto	1 177	0,0	1 306	0,0	1 516	0,0
Żyto	1 173	0,2	886	0,5	725	0,0
Ziemniaki	337	0,3	267	0,1	300	0,0
<b>Powierzchnia zasiewów</b>	<b>10 313</b>	<b>601,4</b>	<b>10 420</b>	<b>554,0</b>	<b>10 753</b>	<b>733,6</b>

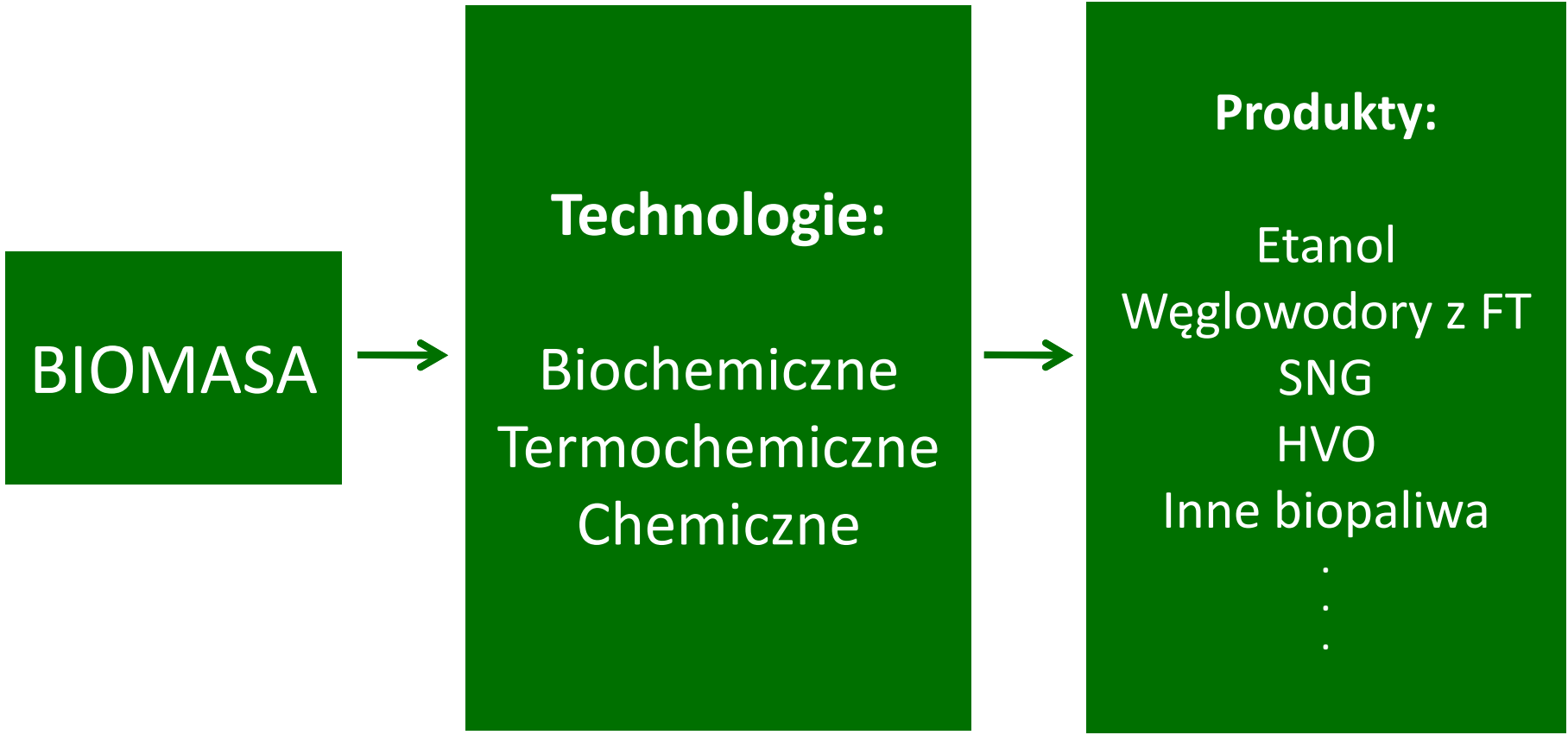


## Maksymalny wkład biopaliw płynnych produkowanych z surowców roślinnych wykorzystywanych na cele spożywcze lub pastewne (%)

<b>2021</b>	<b>7,0</b>
2022	6,7
2023	6,4
2024	6,1
2025	5,8
2026	5,4
2027	5,0
2028	4,6
2029	4,2
2030	3,8

Minimalny udział energii pochodzącej z zaawansowanych biopaliw i biogazu produkowanych z surowców wymienionych w załączniku IX, odnawialnych paliw pochodzenia niebiologicznego, a także energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych

lata	ogółem	produkowanych z surowców wymienionych w części A załącznika IX
2021	1,50	0,50
2022	1,85	0,70
2023	2,20	0,90
2024	2,55	1,10
2025	2,90	1,30
2026	3,60	1,75
2027	4,40	2,20
2028	5,20	2,65
2029	6,00	3,10
2030	6,80	3,60



# Stan wdrażania głównych technologii produkcji biopaliw zaawansowanych *(na podstawie IEA Technology Roadmap, 2011)*

	R&D	PILOTAŻ, DEMO	Komercjalizacja
<b>bioetanol</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     etanol z lignocelulozy                 </div>		
<b>biowęglowodory</b>	Biodiesel z alg, Węglowodory z cukrów	BtL diesel (zgazowanie +F-T)	HVO
<b>biopaliwa różne</b>	Nowe paliwa	Biobutanol, DME, paliwa z pirolizy, metanol	metanol
<b>biometan</b>		BioSNG (gaz syntezowy)	bioCNG (fermentacja metanowa)
<b>biowodór</b>	Różne nowe ścieżki konwersji	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     zgazowanie z reformingiem, reforming biogazu                 </div>	

# BIOMETAN

**Biometan – biogaz uzdatniony do jakości gazu ziemnego**

## **WYZWANIA**

- Wysokie koszty oczyszczania i uszlachetniania
- Uwarunkowania prawne
- Współpraca z sektorem gazu ziemnego
- Koszty adaptacji istniejących pojazdów
- Budowa infrastruktury – stacje, magazyny itp..

## **PLUSY**

- Można wykorzystać istniejące stacje CNG
- Wysoka sprawność konwersji energetycznej
- Możliwe wtłaczanie do sieci (biogaz rolniczy w PL)
- Wysoki zysk energetyczny z hektara (uprawy dedykowane)
- Mała emisyjność procesu spalania

# Surowce do produkcji biogazu



z odpadów:  
komunalnych  
rolniczych  
przemysłowych

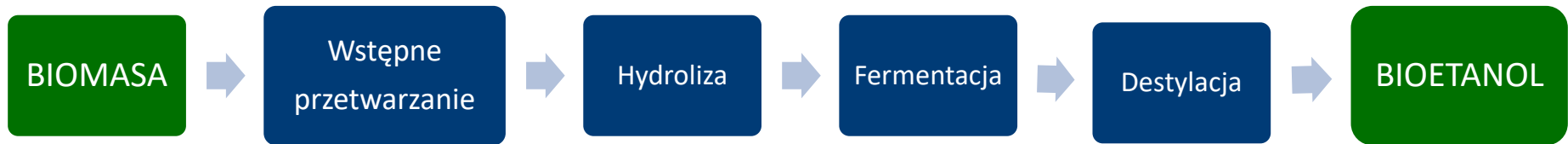


z osadów ściekowych



zdjęcia: [www.energyplatform.net](http://www.energyplatform.net)

# BIOETANOL



W przeciwieństwie do tradycyjnego wytwarzania bioetanolu z cukru i skrobi w przypadku surowców lignocelulozowych wymagana jest dodatkowa obróbka. Powodem jest fakt, że celuloza (źródło cukrów C6) oraz hemiceluloza (głównie źródło cukrów C5) potrzebują wstępnego przygotowania przed fermentacją.

Większość technologii do wstępnej obróbki lignocelulozy wykorzystuje kwasy lub eksplozję parową, po której następuje hydroliza enzymatyczna i fermentacja.

Opracowywane są nowe technologie hydrolizy i fermentacji.

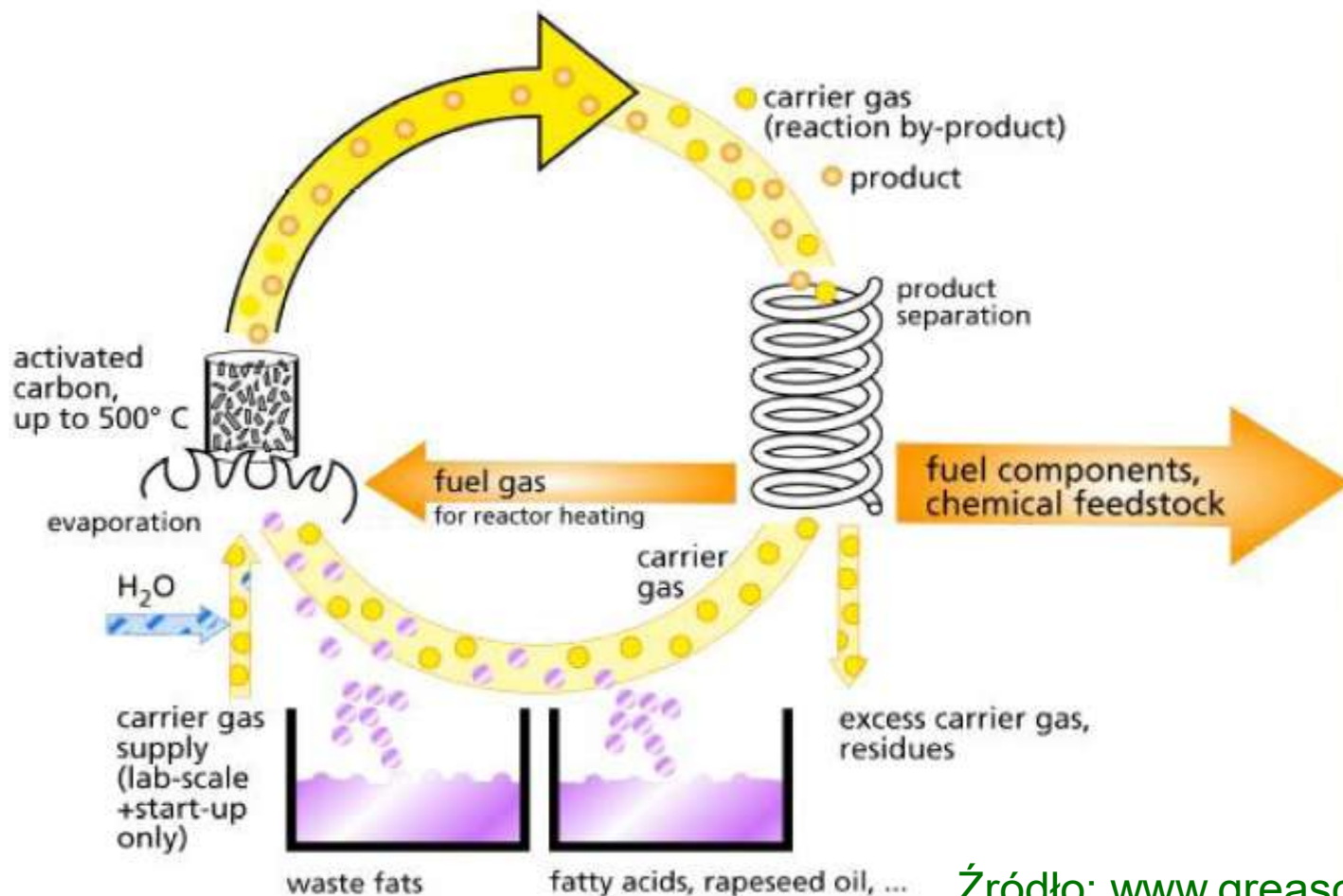
# TERMOCHEMICZNA KONWERSJA

W wyniku procesów termochemicznych uzyskujemy kilka grup biopaliw:

- Paliwa syntetyczne (związki tlenowe lub węglowodory) uzyskiwane poprzez wysokotemperaturowe zgazowanie.
- Biometan uzyskiwany w wyniku niskotemperaturowego zgazowania biomasy.
- Pozostałe nośniki energii wytwarzane z biomasy uzyskiwane poprzez procesy wysokotemperaturowe i beztlenowe np. pirolizę lub toryfikację.



# Hydrokonwersja tłuszczów odpadowych - konwersja oparów tłuszczów z parą wodną na węglu aktywnym



Źródło: [www.greasoline.com](http://www.greasoline.com)

# REKOMENDACJE - 1

Biorąc pod uwagę dostępność surowca oraz stan zaawansowania technologii przetwarzania można rekomendować dla poszczególnych grup surowca następujące rozwiązania:

**Odpady biodegradowalne** (przemysłowe, komunalne, zielona biomasa, wilgotna biomasa itp.): **biometan (bioCNG)** – biogaz powstający w procesie fermentacji metanowej, następnie uzdatniony do jakości gazu ziemnego, technologie dostępne są komercyjnie, obecnie opracowywane są normy europejskie, ustawa z dn. 21 marca 2014 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (dz.U. z dn.8-04-2014 r., poz.457) umożliwia podwójne naliczanie do NCW.

## **Słoma:**

**bioetanol** (instalacje typu SEKAB Goświnowice, Inbicon (DONG Energy), Kalundborg, Dania) przetwarzająca rocznie 30 tys. ton słomy w celu wyprodukowania 4300 ton etanolu, 13 tys. ton pelet oraz ok. 11 tys. ton melasy C5)

**benzyna** (instalacje typu EkoBenz lub bioliq®)

# REKOMENDACJE - 2

## Odpady drzewne:

**Termochemiczna konwersja**, logistyka wymaga przeanalizowania (np. rozproszona piroliza lub toryfikacja, zcentralizowana synteza F-T)

Problemem (poza obecnym stanem technologii) jest konkurencja z innymi sektorami (produkcja energii, produkcja peletów, produkcja płyt, mebli, i szereg innych).

Rozwiązaniem może być – **biorafineria** (wytwarzanie szeregu produktów przez analogie do rafinerii petrochemicznej). Koncepcja bardzo interesująca i przyszłościowa, istnieją instalacje pilotażowe, wymagają dużego wsparcia środków publicznych.

## Tłuszcze odpadowe:

### Biodiesel

**HVO** (o ile nie bazuje na spożywczych roślinnych olejach)

# Biopaliwa zaawansowane (1)

- bioetanol otrzymywany w wyniku zaawansowanych procesów hydrolizy i fermentacji lignocelulozy pochodzącej z biomasy (z wyłączeniem surowców o przeznaczeniu spożywczym),
- syntetyczne biopaliwa stanowiące produkty przetwarzania biomasy poprzez zgazowanie i odpowiednią syntezę na ciekłe komponenty paliwowe (BtL),
- bioDMF (dimetylofuran) jako perspektywiczne paliwo do silników o zapłonie iskrowym otrzymywane z procesów katalitycznego przetwarzania cukrów (np. celulozy, skrobi),
- paliwa do silników o zapłonie samoczynnym pochodzące z przetwarzania lignocelulozy z biomasy w procesach Fischer-Tropscha,



# Biopaliwa zaawansowane (2)

- pochodne metanolu i etanolu oraz mieszaniny wyższych alkoholi,
- dimetyloeter (bio-DME) otrzymywany pośrednio lub bezpośrednio z biomasy jako paliwo gazowe do silników o zapłonie samoczynnym,
- biodiesel, jako biopaliwo lub komponent paliwowy do silników o zapłonie samoczynnym, otrzymywany w wyniku rafinacji wodorem (hydrogenizacji - uwodornienie tłuszczów) odpadowych olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych (Hydrotreated Vegetable Oils - HVO),
- biometan jako syntetycznie otrzymywany gaz o właściwościach gazu ziemnego (SNG), pozyskiwany w wyniku procesów zgazowania lignocelulozy i dalszej syntezy.



- **Czy Polska dysponuje zasobami biomasy odpadowej wystarczającymi do realizacji celu w zakresie rozwoju biopaliw zaawansowanych?**
- **Jak wprowadzenie limitu dla biopaliw pierwszej generacji na poziomie 7% wpłynie na polskie rolnictwo?**



# Średnioroczna nadwyżka słomy w układzie wojewódzkim w latach 1999-2015



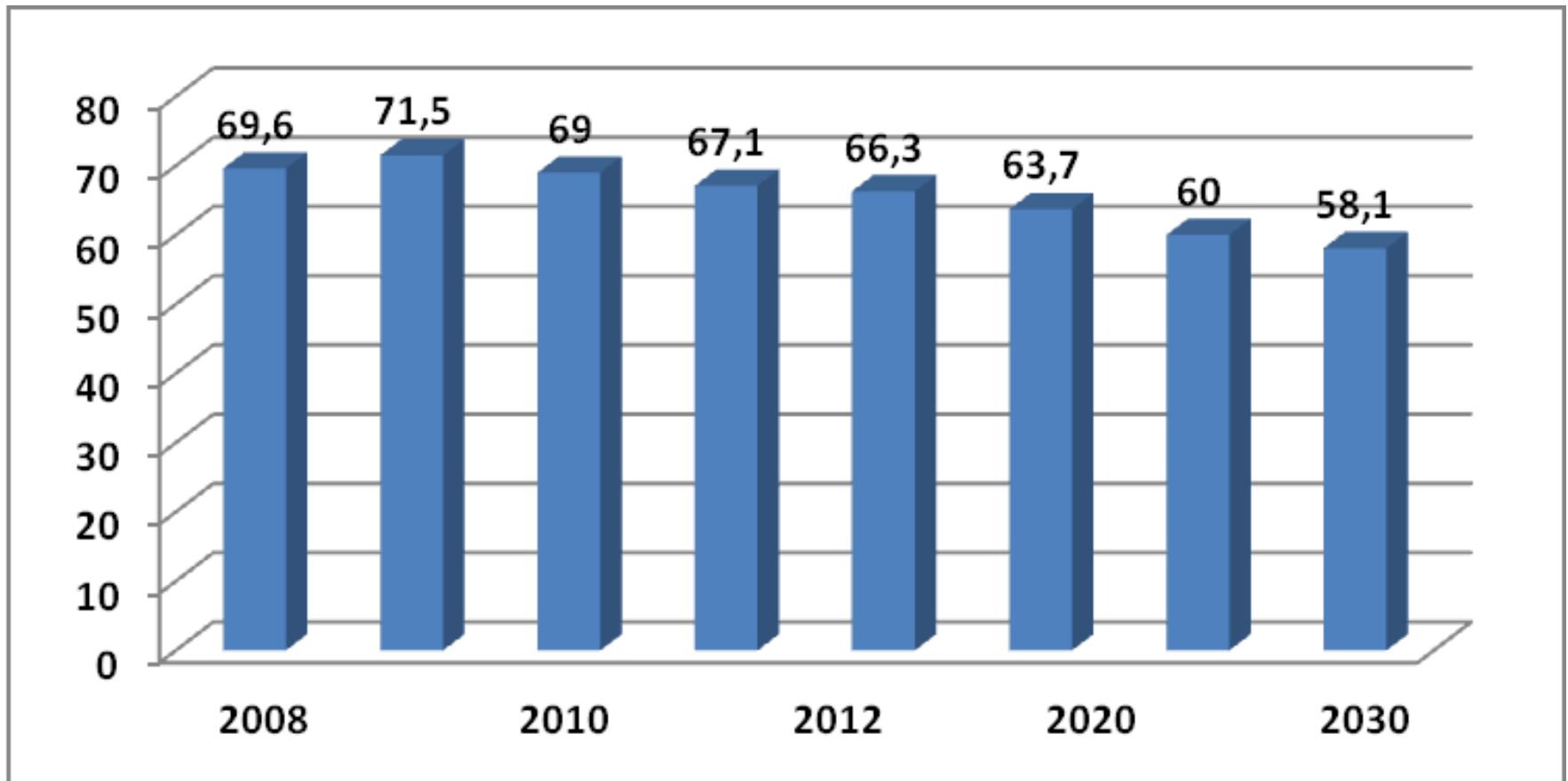
# Substraty do biogazowni

dostępny potencjał  
wynosi 1,7 mld m<sup>3</sup> biogazu rocznie

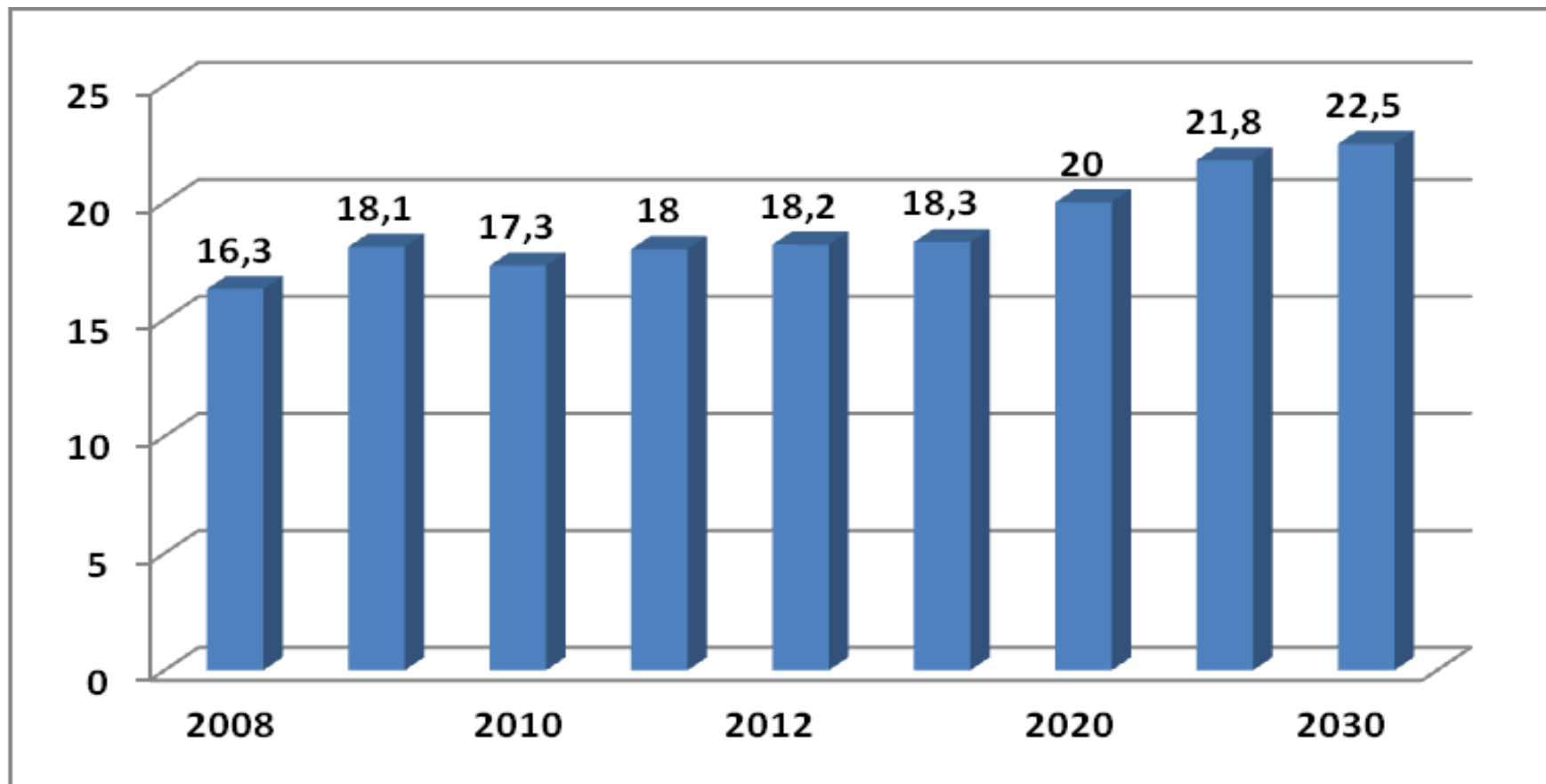




# Podaż odpadowych i technicznych tłuszczów zwierzęcych [tys. t]



# Podaż tłuszczów posmażalnicych [tys. t]



# Możliwości wykorzystania biomasy odpadowej pochodzenia drzewnego

- biomasa leśna (7 mln m<sup>3</sup>),
- odpady z przemysłu drzewnego (7 mln m<sup>3</sup>),
- gospodarka komunalna (4,5 mln m<sup>3</sup>),
- rolnictwo (0,5 mln m<sup>3</sup>).



# Wnioski (1)

**W Polsce istnieją znaczące zasoby biomasy odpadowej, które zostały wymienione w częściach A i B załącznika IX do dyrektywy 2015/1513 i mogą być wykorzystywane do produkcji biopaliw drugiej generacji.**

**Są to głównie słoma, odpady drzewne z leśnictwa lub przemysłu, gliceryna surowa, obornik oraz osady ściekowe, a także w ograniczonym zakresie zużyty olej kuchenny, tłuszcze zwierzęce i melasa.**



# Wnioski (2)

**W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii, biomasa jest dość uciążliwym w użyciu surowcem. Wynika to przede wszystkim z jej właściwości fizykochemicznych takich jak: niska gęstość utrudniająca transport i magazynowanie, niewielka wartość energetyczna na jednostkę masy czy też szeroki przedział wilgotności.**

**Doświadczenia sektora elektroenergetycznego, w tym biogazowni wykazały, że istnieją sprawdzone systemy logistyczne dostaw biomasy.**



# Wnioski (3)

Realizacja zobowiązań w zakresie minimalnego udziału energii odnawialnej zużywanej przez środki transportu w zaproponowanych terminach może być trudna. Obecnie zaawansowane biopaliwa wytwarzane są przede wszystkim w niewielkich, prototypowych instalacjach. Ich komercjalizacja narażona jest na szereg ryzyk mogących uniemożliwić osiągnięcie zakładanych zdolności produkcyjnych.

Równocześnie w Polsce brakuje rozwiązań oraz infrastruktury pozwalającej na wykorzystanie innych odnawialnych źródeł w transporcie, np. energii elektrycznej.



# Wnioski (4)

**Spośród wielu technologii na rekomendację zasługuje produkcja:**

- **biometanu (bioCNG)** powstającego w procesie fermentacji metanowej (dopracowania wymaga system standaryzacji do potrzeb silników stosowanych w środkach transportu)
- **bioetanolu** otrzymywanego w wyniku procesów hydrolizy i fermentacji lignocelulozy pochodzącej z biomasy.





**Dziękuję za uwagę!**