



Politechnika Wroclawska



Assessment of biomass fuel resource potential and energetic utilization in Poland (the local market in Lower Silesia)

Tomasz Hardy

Institute of Heat Engineering and Fluid Mechanics
Wrocław University of Technology

07.2014



Politechnika Wroclawska

Dolny Śląsk; Dolní Slezsko; Lower Silesia



Lower Silesia Voivodships - one of the 16 Polish voivodships (provinces) with the capital in Wrocław.

It is one of the most visited by tourists voivodeships in Poland





Politechnika Wroclawska

Structure of sowing in Lower Silesia

Struktura zasiewów w województwie dolnośląskim, tys. ha

	Total	Sektor prywatny		Sektor publiczny
	Ogółem	razem sektor prywatny	w tym gospodarstwa indywidualne	
Powierzchnia zasiewów ogółem	707,2	686,4	579,8	20,7
Zboża ogółem cereals	556,0	541,7	464,0	14,3
- w tym zboża podstawowe z mieszankami zbożowymi	461,0	450,2	393,6	10,7
Strączkowe jadalne na ziarno	1,9	1,9	1,3	0,0
Ziemniaki potatoes	35,7	35,7	33,6	0,0
Przemysłowe Non-food crop	84,7	80,6	60,7	4,1
Pastewne forage crop /beets	16,8	14,8	9,8	1,9
Pozostałe others	12,0	11,8	10,6	0,3

Lower Silesia occupied 4th place in Poland in terms of the share of cereals in total sown area



Politechnika Wroclawska

Structure of sowing in Lower Silesia

The major crops are cereals. (cereálie?)

It can be used for energy purposes at least partly (straw).

Nobody knows exactly how many straw is used for energy purposes.

For farmers it is the cheapest kind of fuel.



Politechnika Wroclawska

Data on the cereal and straw production i Lower Silesia

Dane o produkcji zbóż i słomy w województwie dolnośląskim

	Zbiory zbóż, t	Zbiory słomy, t	Słoma na cele energ., t	Wartość energii, GJ
Zboża ogółem	2 467 235	2 383 959	715 188	10 727 820

The amount of straw produced in Lower Silesia in 2005 was estimated at around 2.4 million tons.

The excess of straw in Poland is around 11 million tons per year.

It is estimated that 30% of straw is a material for use in bioenergetics.

This means that the energy resources in the form of straw is about 175,000 tons per year, and their energy value (assuming the energy value of 15 GJ / t) is approximately 10 PJ per year.



Politechnika Wroclawska

How the straw was used in agriculture

Straw is used for animal bedding and feed mainly

In 2002 less than half of farms in Poland were involved in animal husbandry, with animal production accounting for 58% of value of commercial agricultural produce. Due to the worsening of the economic situation, starting with 1980 there has been a distinct reduction of the numbers of livestock.

From the end of 1970 occurs a gradual decrease of milk production, caused mainly by the decrease of the number of cows and the introduction of the milk quota..

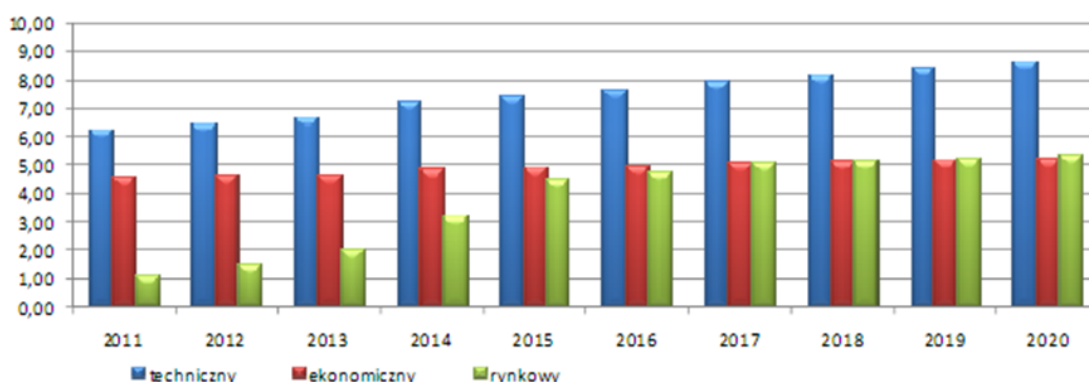
This fact contributed to the surplus in the production of straw (overproduction) currently.

Jeszcze kilkanaście lat temu zużycie słomy w gospodarstwach rolnych było znacznie wyższe. Wynikało to ze znacznie większej produkcji zwierzęcej, oraz prowadzenia tradycyjnej hodowli ze stosowaniem ściółki ze słomy. Obecnie duża część słomy jest niewykorzystywana – w ciągu ostatnich kilkunastu lat nastąpiło znacznie zmniejszenie поголівia zwierząt hodowlanych, coraz częściej stosuje się też hodowlę bezściółkową.



Politechnika Wroclawska

The projected potential of straw for energy purposes in Poland (mln ton)



Politechnika Wroclawska

The ratio of straw yield to grain poměr výnos slámy / výnos zrna

Wielkość zasobów słomy możliwych do wykorzystania w energetyce zależy m.in. od gatunku i odmiany roślin, klasy ziemi i wydajności plonów

Poziom plonu ziarna (t/ha)	Zboża ozime				Zboża jare		
	Pszenica	pszenżyto	Żyto	jęczmień	pszenica	jęczmień	owies
2,01 – 3,0	0,86	1,18	1,45	0,94	1,13	0,78	1,05
3,01 – 4,0	0,91	1,13	1,44	0,80	0,94	0,86	1,08
4,01 – 5,0	0,91	1,14	1,35	0,70	0,83	0,77	1,05
5,01 – 6,0	0,92	1,13	1,24	0,71	0,81	0,72	1,01
6,01 – 7,0	0,90	0,94	-	-	-	0,68	-
7,01 – 8,0	0,83	-	-	-	-	0,67	-

Źródło: Gradziuk P., Grzybek A., Kościak B., Kowalczyk K. "Biopaliwa"



Politechnika Wroclawska

The main directions of the use of wood

Drewno jest wykorzystywane w przeważającym stopniu w przemyśle: jako surowiec budowlany, konstrukcyjny, oraz jako surowiec do produkcji papieru.

Jedynie ok. 5 – 10% w ogólnym pozyskaniu drewna stanowi drewno opałowe.

Odpady drzewne są wykorzystywane w znacznej większości do ponownego przetworzenia przemysłowego. Jedynie kilkanaście procent odpadów jest przeznaczane do wytworzenia ciepła lub energii.

Tabela 11. Pozyskanie drewna w województwie dolnośląskim

	Drewno ogółem	Grubizna	Tartaczne	Drewno specjalne	Kopalniak	Drewno średniowymiarowe	Pozostałe	Drewno opałowe	Drewno małowymiarowe
m sześć.	2 265	2 108	961	2	71	794	57	224	157
ton	566	527	240	1	18	199	14	56	39
Tys. GJ	8 494	7 905	3 604	8	266	2 978	214	840	589

Źródło: Lasy Państwowe



Politechnika Wroclawska

Ilość drewna odpadowego w lasach w województwie dolnośląskim

Ilość drewna odpadowego można obliczyć stosując wskaźnik drewna odpadowego / ha lasu. Wskaźnik ten szacuje się na poziomie 0,4 – 0,6 m sześć. / ha lasu, w zależności od metody obliczenia.

Tabela 13. Oszacowanie ilości drewna odpadowego w powiatach województwa dolnośląskiego

	Odpady drewna (m sześć.)		Odpady drewna (t)	
	Wskaźnik 0,4	Wskaźnik 0,6	Wskaźnik 0,4	Wskaźnik 0,6
OGÓŁEM	232 521	348 781	46 504	69 756

Przy kaloryczności drewna ok. 15 GJ / tonę, wartość energetyczna drewna odpadowego w województwie dolnośląskim wynosi ogółem ok. 0,7-1,05 PJ.



Politechnika Wroclawska

Łączna potencjalna wartość energetyczna drewna wynosi 12,5 PJ . Na wartość tę składają się:

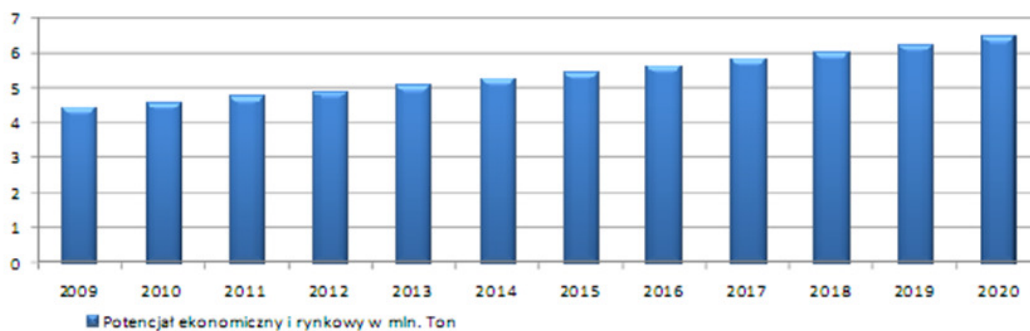
- drewno opałowe: 8,5 PJ
- drewno odpadowe: 0,9 PJ
- drewno użytkowe. 3,1 PJ

Rzeczywista wartość energetyczna drewna w województwie dolnośląskim wynosić może 5 PJ.



Politechnika Wroclawska

The projected potential of wood for energy purposes in Poland (mln ton)



Prognoza potencjału ekonomicznego i rynkowego zasobów biomasy pochodzenia leśnego do energetycznego wykorzystania na lata 2010-2020



Politechnika Wroclawska

The energy crops

The potential of biomass from perennial energy crops in 2009 is as follows:

- wierzba energetyczna / willow - ok. 75,000 ton d.m.,
- miskantus - ok. 25,000 ton d.m.,
- ślaziowiec / Sida hermaphrodita - ok. 1,700 ton d.m.



Politechnika Wroclawska

The surface of energy crops

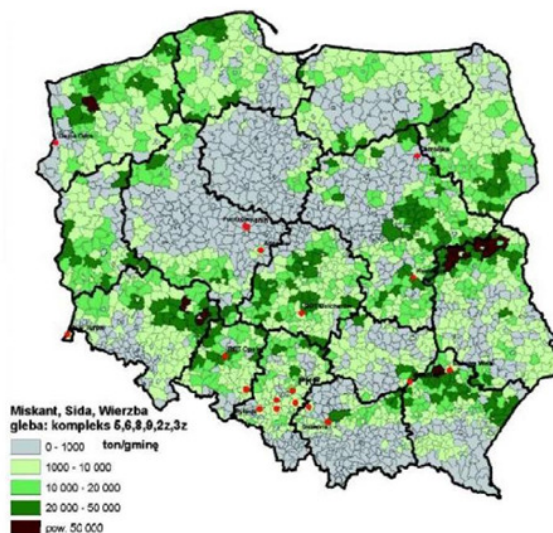
Zestawienie powierzchni upraw wieloletnich roślin energetycznych w poszczególnych województwach w 2009 roku [ha]

Województwo	Rodzaje wieloletnich roślin energetycznych								
	Wierzba	Miskant	Ślaziowiec	Trawy wieloletnie	Mozga Trzcinowata	Topola	Brzoza	Olszyna	Razem
Dolnośląskie	600	11,0					0,3	0,4	611,7
Kujawsko-Pomorskie	198		1,3	281,6		0,5			481,4
Lubelskie	305	10,7	3,4		14,7	5,0			338,8
Lubuskie	409			0,9				1,0	410,9
Łódzkie	211	1,6					3,3		215,9
Małopolskie	62	9,5						1,3	72,8
Mazowieckie	762	1 200,0	30,1			0,2	0,3		1 992,6
Opolskie	226	7,5	1,0	28,6	19,1	2,0	1,6		285,8
Podkarpackie	651	42,1	12,7			45,2			751,0
Podlaskie	156		3,8			4,0	1,7		165,5
Pomorskie	394	17,4	0,2			487,7	3,6		902,9
Śląskie	259	2,8	39,2	17,1		0,7			318,8
Świętokrzyskie	99		0,5	28,5			0,2	0,2	128,4
Warmińsko-Mazurskie	571	382,1	26,7		8,3	5,6			993,7
Wielkopolskie	765	31,7		21,9	10,5	13,0	4,5	2,9	849,5
Zachodniopomorskie	489	116,2	2,6	985,4		83,8	1,2		1 678,2
Polska	6 157	1 832,6	121,5	1 364,0	52,6	647,7	16,7	6,0	10 198,1



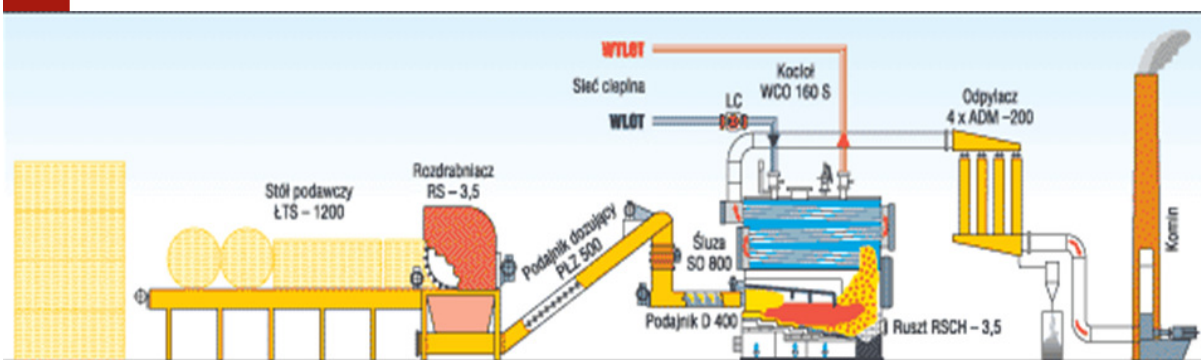
Politechnika Wroclawska

Potencjalne możliwości lokalizacji plantacji roślin energetycznych w gminach



Politechnika Wroclawska

District Heating Plant in Lubań (PEC Lubań)



PEC Lubań Śl. (from 1998)

Typ kotła: WCO 80S

Moc: 1,0 MW

2x3,5 MW

Wartość opał: 12-14,5 MJ/kg

Zużycie: 300 kg/h

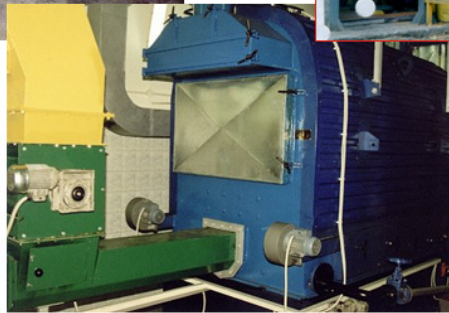
Roczne zapotrz: 4,500 t/a



Politechnika Wroclawska

District Heating Plant in Lubań (PEC Lubań)

Kotłownia opalana słomą w PEC Lubań Śląski k. Jeleniej Góry



Politechnika Wroclawska

District Heating Plant in Lubań (PEC Lubań)





Politechnika Wroclawska

Video clip



Politechnika Wroclawska

Kotły cygarowe na słomę





Politechnika Wroclawska

The pellet boilers with burners

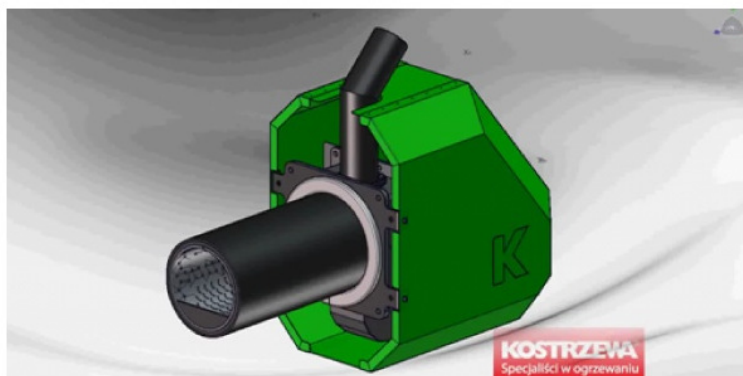
Video clip



Politechnika Wroclawska

The pellet burners

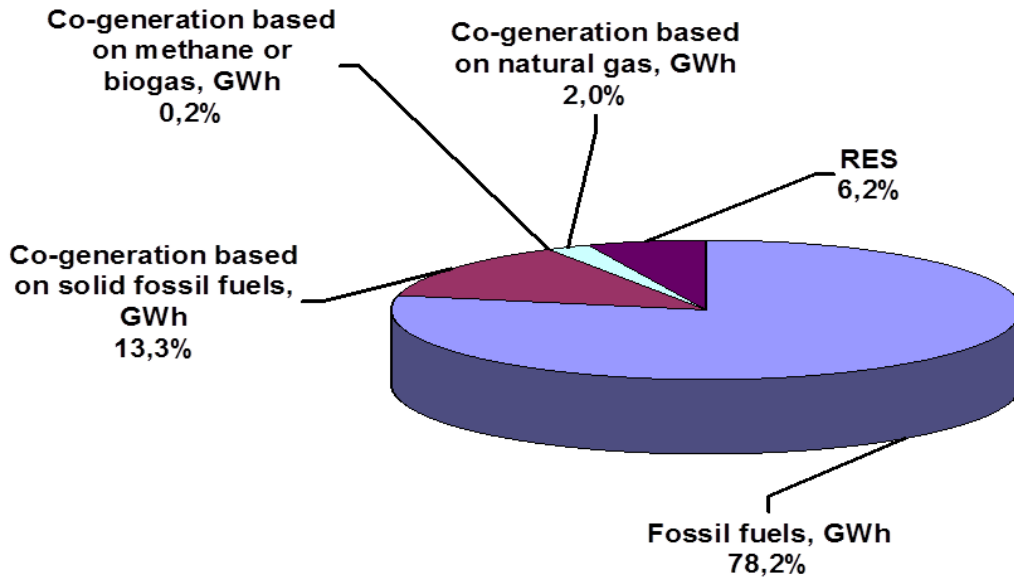
Video clip





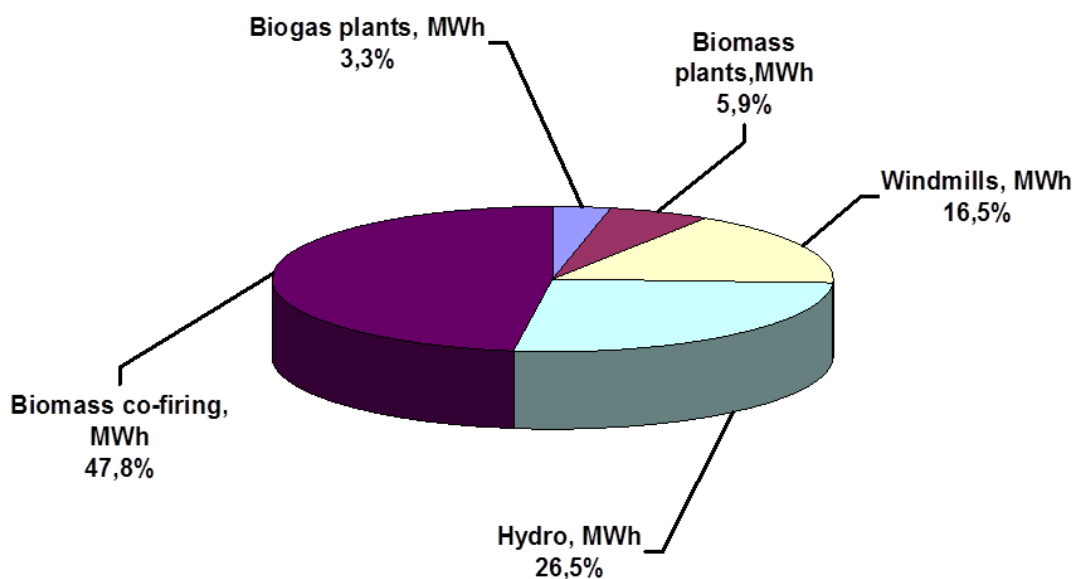
Politechnika Wroclawska

Polish electricity production (2010)



Politechnika Wroclawska

Polish renewable electricity



Over 50% of renewable electricity comes from biomass



Politechnika Wroclawska

Consumption of biomass in power industry

Czołowe miejsca na krajowym rynku biomasy zajmują firmy z kapitałem zagranicznym

Główni konsumenci biomasy w energetyce zawodowej*



Źródło: Analiza PwC na podstawie publicznie dostępnych informacji (*dane za rok 2010)

	EDF Polska Produkcja e.e. z biomasy: 1300 GWh Zużycie biomasy: 930 tys. ton/rok
	El. Polaniec (GDF Suez) Produkcja e.e. z biomasy: 775 GWh Zużycie biomasy: ok. 760 tys. ton/rok
	Tauron Produkcja e.e. z biomasy: 620 GWh Zużycie biomasy: ok. 500 tys. ton/rok
	PGE Produkcja e.e. z biomasy: 680 GWh Zużycie biomasy: 490 tys. ton/rok
	El. Ostrołęka (ENERGA) Produkcja e.e. z biomasy: 241 GWh Zużycie biomasy: ok. 160 tys. ton/rok
	ZE PAK S.A. Produkcja e.e. z biomasy: b.d. Zużycie biomasy: 670 tys. ton/rok
	ENEA S.A. Produkcja e.e. z biomasy: 434 GWh Zużycie biomasy: ok. 370 tys. ton/rok

marzec 2012



Politechnika Wroclawska

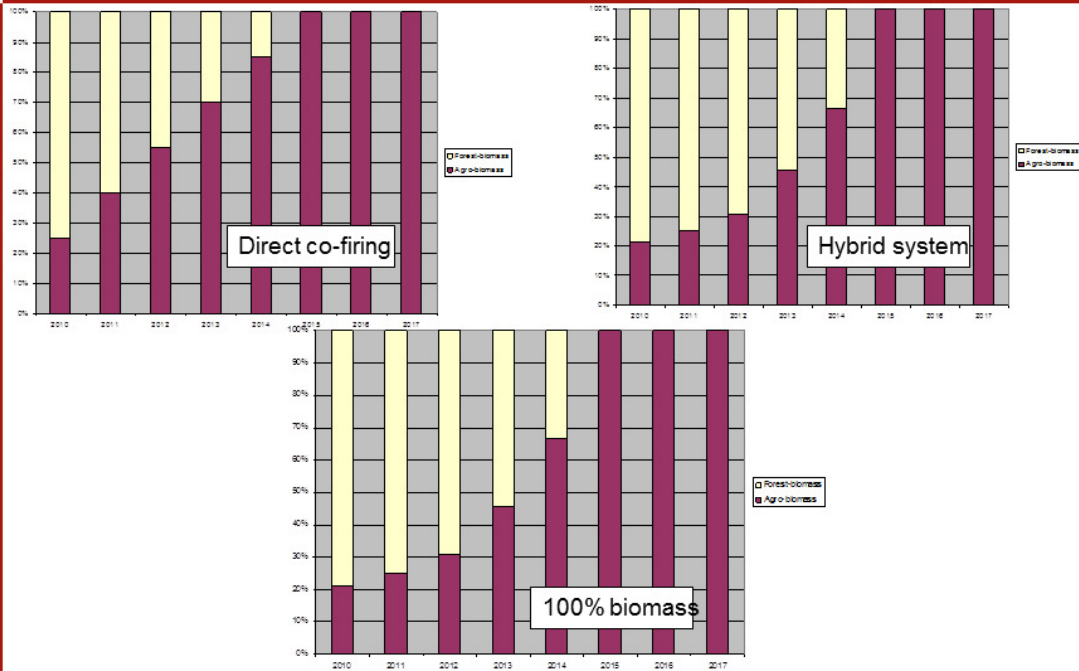
Biomass mix obligation

- The sorts of biomass used for energy generation does not only depend on nearest possible supply sources.
- Due to the legal regulations. power producers must ensure that the combusted biomass has diversified origin.
- The obligatory biomass mix depends on the technology.



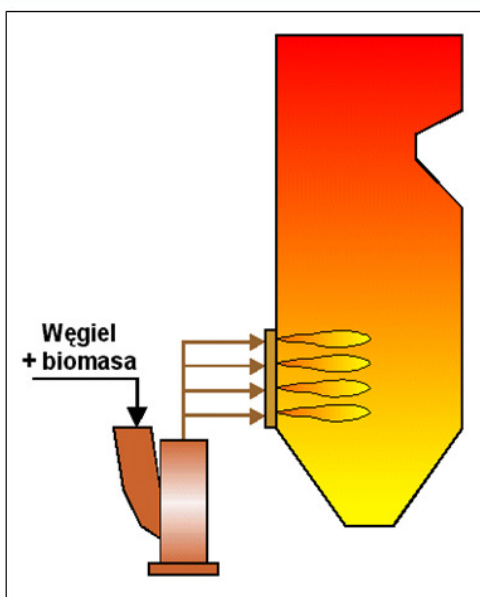
Politechnika Wroclawska

Biomass mix obligation

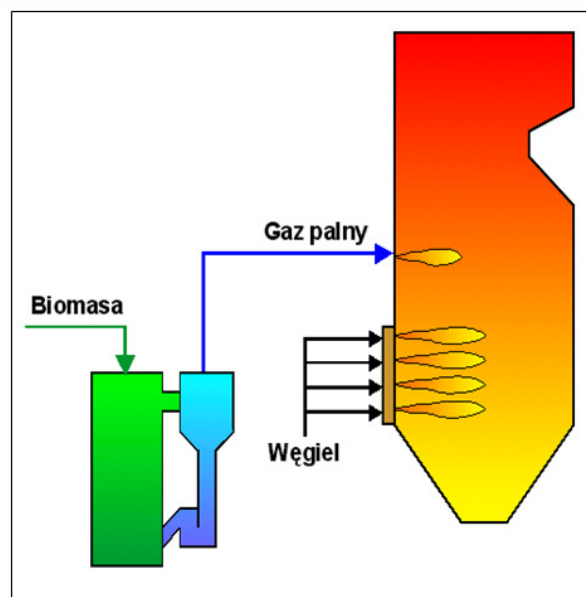


Politechnika Wroclawska

Co-firing systems



Direct co-firing

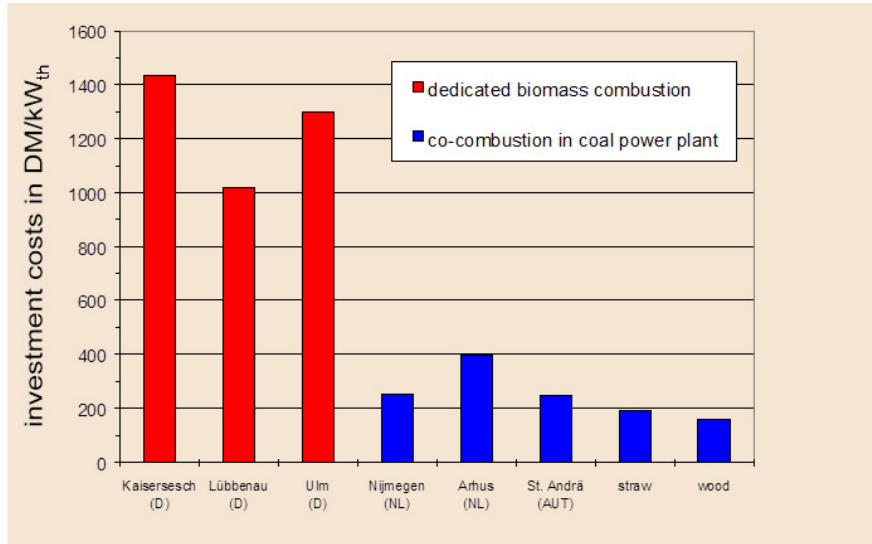


Hybrid system



Politechnika Wroclawska

Combustion and co-combustion of biomass



Porównanie kosztów inwestycyjnych



Politechnika Wroclawska

Trial tests with biodegradable waste





Politechnika Wroclawska

Biodegradable waste as fuels

Paper and cardboard packaging residues from sorting plant (supplied by ALBA Wrocław)

Parameter	Symbol	Unit	Coal	Paper&board (loose)	Paper and board (pellets)
Moisture content _(as received)	W_t^r	% _{m/m}	11.6	18.5	14.0
Ash _(as received)	A^r	% _{m/m}	21.2	12.4	8.9
Volatiles	V^{daf}	% _{m/m}	35.83	87.08	79.74
HHV _(air-dry basis)	Q_s^a	J/g	24 570	15 479	17 672
LHV _(as received)	Q_i^r	J/g	21135	11 751	14 593



Politechnika Wroclawska

Co-firing of biomass

- Biomass co-firing offers an interesting option for renewable energy generation with lowest capital cost, at the same time taking advantage from the high energy efficiencies of coal-fired plants (especially CHP plants).
- High volatile matter content and the temperature of combustible volatiles release above about 180°C (lower than coals) implies modifications of existing mill operating procedures to allow the safe co-milling of biomass.



Politechnika Wroclawska

Co-firing in GDF SUEZ Połaniec Plant



Największa na świecie elektrownia na biomasę o mocy 205 MW_e !!!
Ponad 2,5 tys. ton biomasy dziennie dojeżdża tirami żeby zostać przerobiona na prąd.



Politechnika Wroclawska

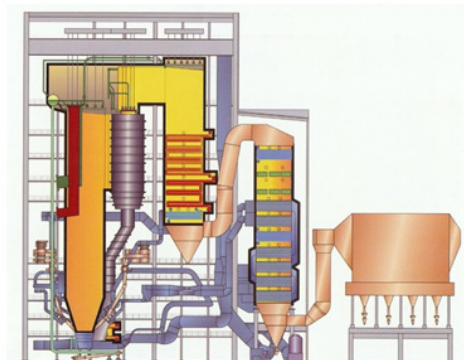
„Green biomass unit”



- Location: Połaniec, Poland
- Comissioning: Dec., 2012
- Boiler unit: CFB, 447 MW
- Electric output: 205 MW_{el}
- Fuel: 100% biomass
(wood residue, straw pellets)

Podstawowe paliwo Zielonego Bloku: **biomasa pochodzenia leśnego**, pozyskiwana od Lasów Państwowych i w ramach cięć sanitarnych. **Biomasa pochodzenia rolniczego** stanowi ok. 5% wykorzystywanego surowca (głównie pelety ze słomy, z czasem także łupiny z pestek słoneczników oraz pozostałości z przetwórstwa owocowo-warzywnego).

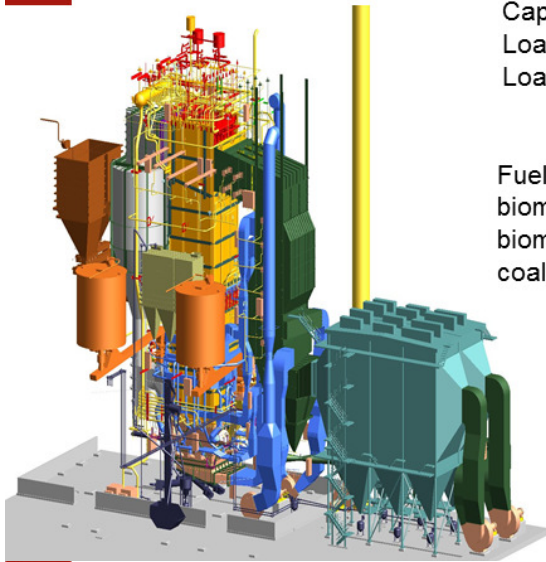
Source: GDF SUEZ leaflet





Politechnika Wroclawska

Kocioł w Świeciu



Capacity with 100% coal comb.	234 t/h
Capacity with 100% biomass comb	180 t/h
Load range with coal	50 ÷ 100 %
Load range with biomass	38 ÷ 77 %

Fuel mix:
biomass from the pulp production process – 37%
biomass (bark and sawdust) from external suppliers – 61%
coal – 2%



Politechnika Wroclawska

Bełchatów Power Station

The **Bełchatów Power Station** is a large 5,298 MW lignite-fired power station. It produces 27-28 TWh of electricity per year, or 20% of the total power generation in Poland.

Fuel – lignite (brown coal)

- 12 units with steam boilers BB-1150
- 1 unit with steam boiler BB-240 (new!)

