

---

**PREZENTACJA FIRMY FOSTER WHEELER ENERGIA POLSKA**

**oraz**

**FOSTER WHEELER GRAF WULFF**

**XX Wiosenne Spotkania Ciepłowników**

**23.04.2013**

# Foster Wheeler w Polsce

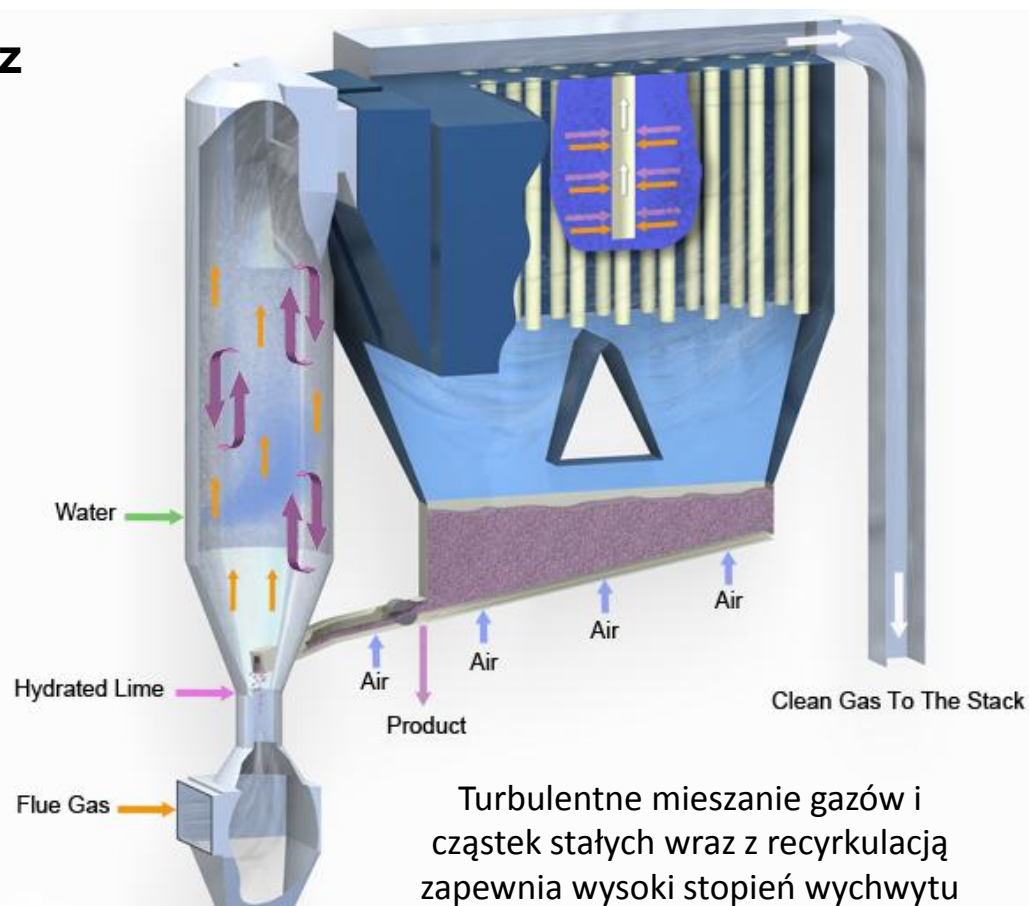
- Foster Wheeler Energia Polska i Foster Wheeler Energy Fakop – zatrudnienie 450 osób
- **El. Turów** - największa elektrownia z kotłami CFB – łączna moc 6 kotłów **1491 MWe**
- **El. Łagisza** – pierwszy na świecie kocioł CFB na parametry nadkrytyczne, największy pracujący kocioł CFB **460 MW**
- **El. Połaniec** – największy na świecie kocioł CFB spalający 100 % biomass **205 MWe**
- Łącznie w latach 1997-2012 Foster Wheeler zaprojektował, wyprodukował, zmontował i uruchomił w Polsce **15** kotłów CFB o łącznej mocy **2750 MWe**



# Technologia Foster Wheeler Graf Wulff oczyszczania w absorberze fluidalnym.

## Zintegrowane oczyszczanie spalin z gazów i cząstek stałych

- Mniejsze zużycie wody o 30–40% w porównaniu do mokrych IOS.
- O 50% mniejszy koszt budowy w porównaniu do mokrych IOS.
- Doskonały wychwyty kwaśnych gazów i metali
- Niski koszt eksploatacji i małe zapotrzebowanie na związki wapna ze względu na dużą zawartość wapna w popiele kotlewym.
- Niski koszt eksploatacji – prosta konstrukcja dysz
- Filtr workowy dla podwyższenia wychwyty cząstek stałych i zanieczyszczeń gazowych

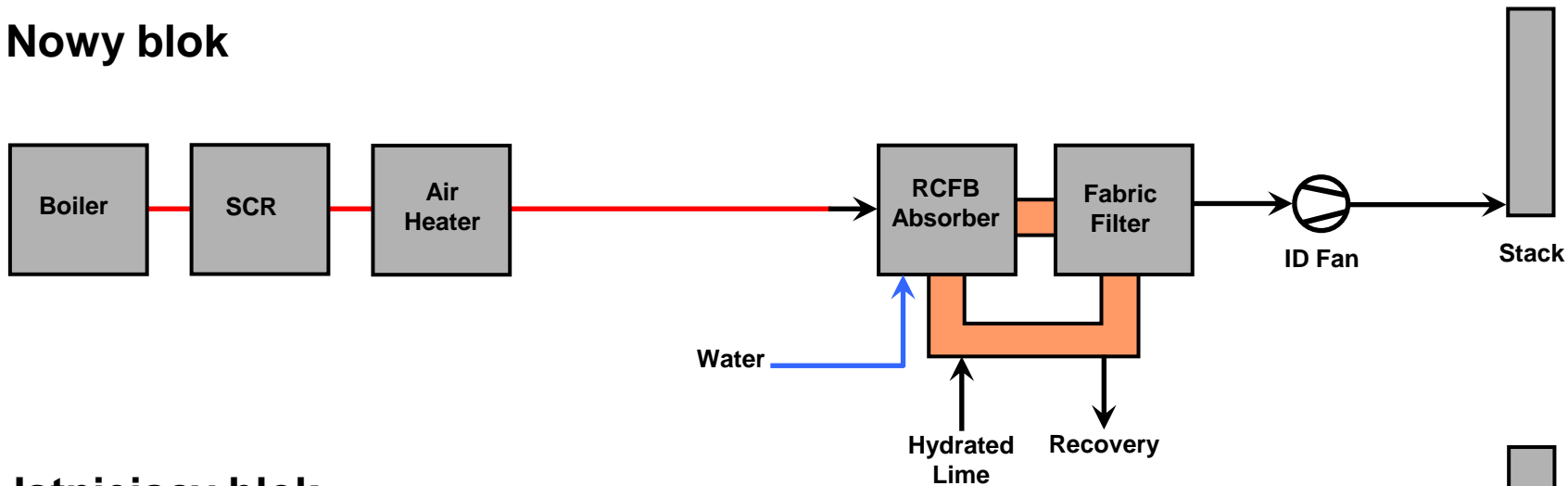


Turbulentne mieszanie gazów i cząstek stałych wraz z recyrkulacją zapewnia wysoki stopień wychwyty wielu zanieczyszczeń

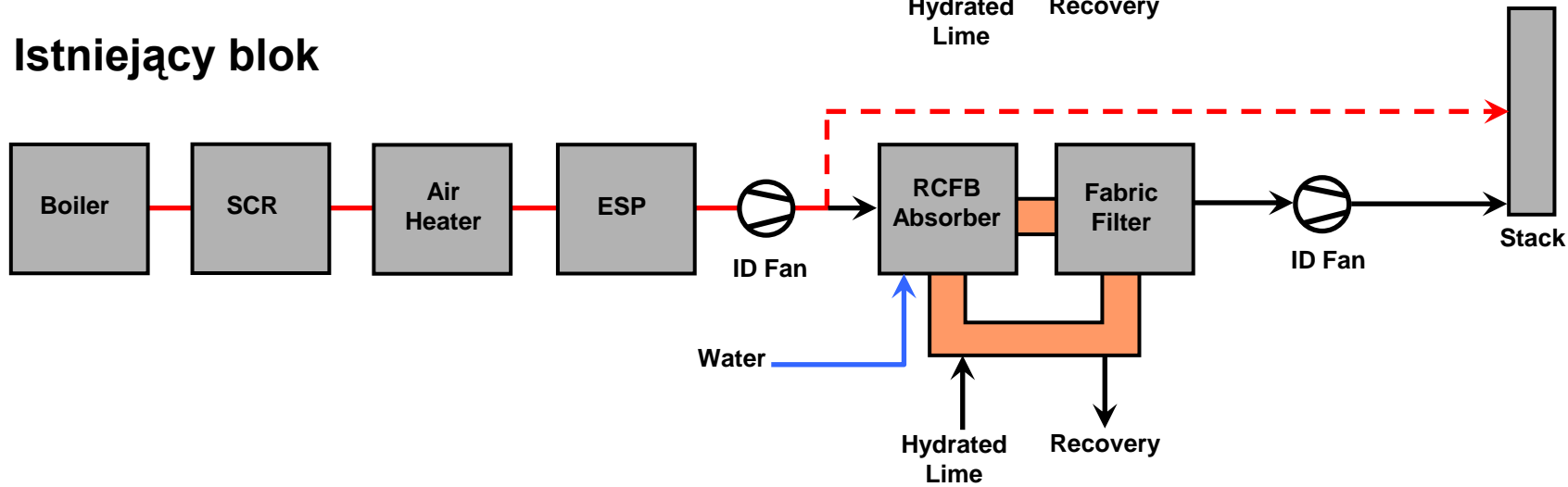
# 1. Przykłady aranżacji dla istniejących i nowych kotłowni.

# Typowe umieszczenie instalacji oczyszczania spalin

## Nowy blok

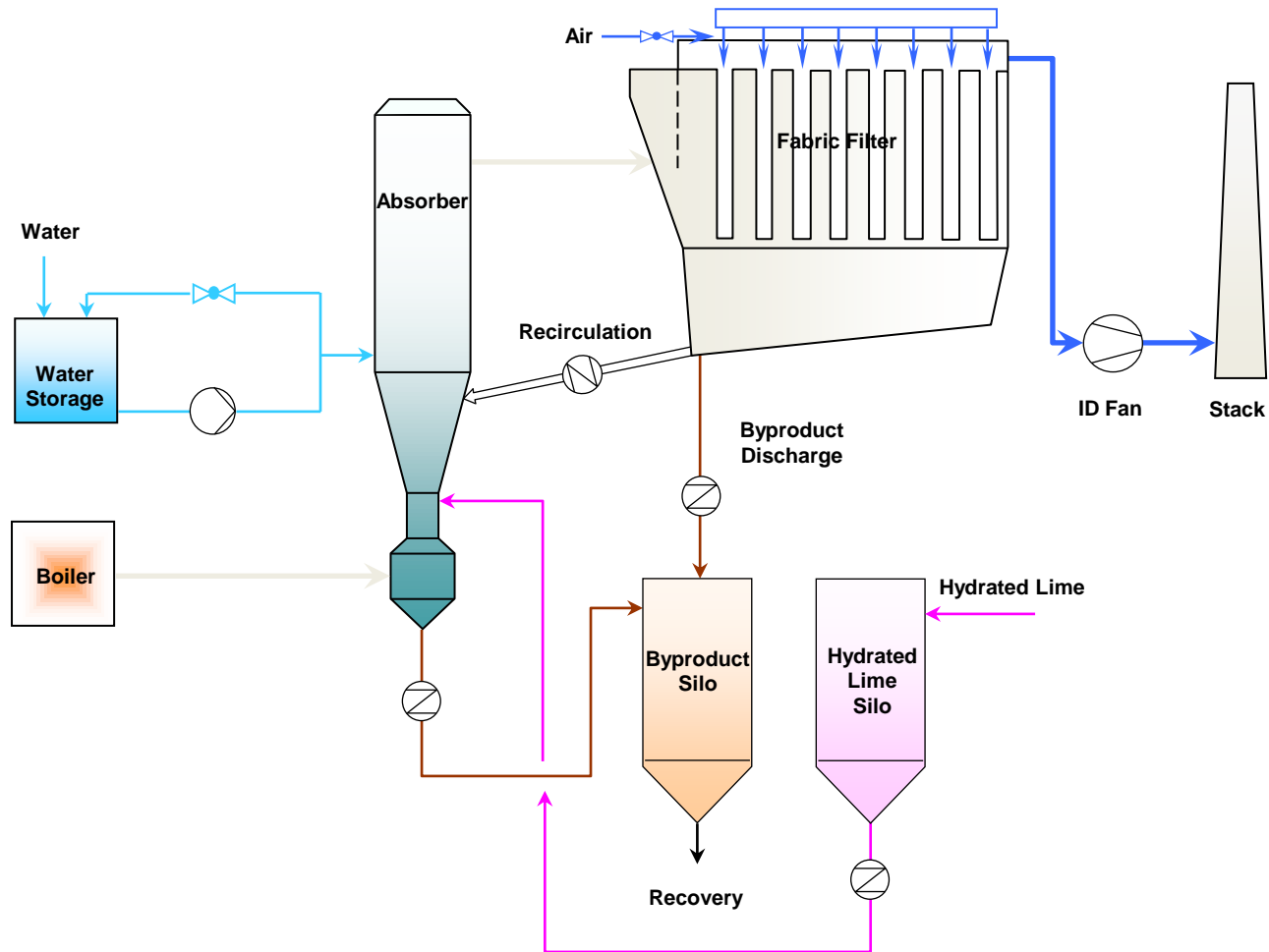


## Istniejący blok



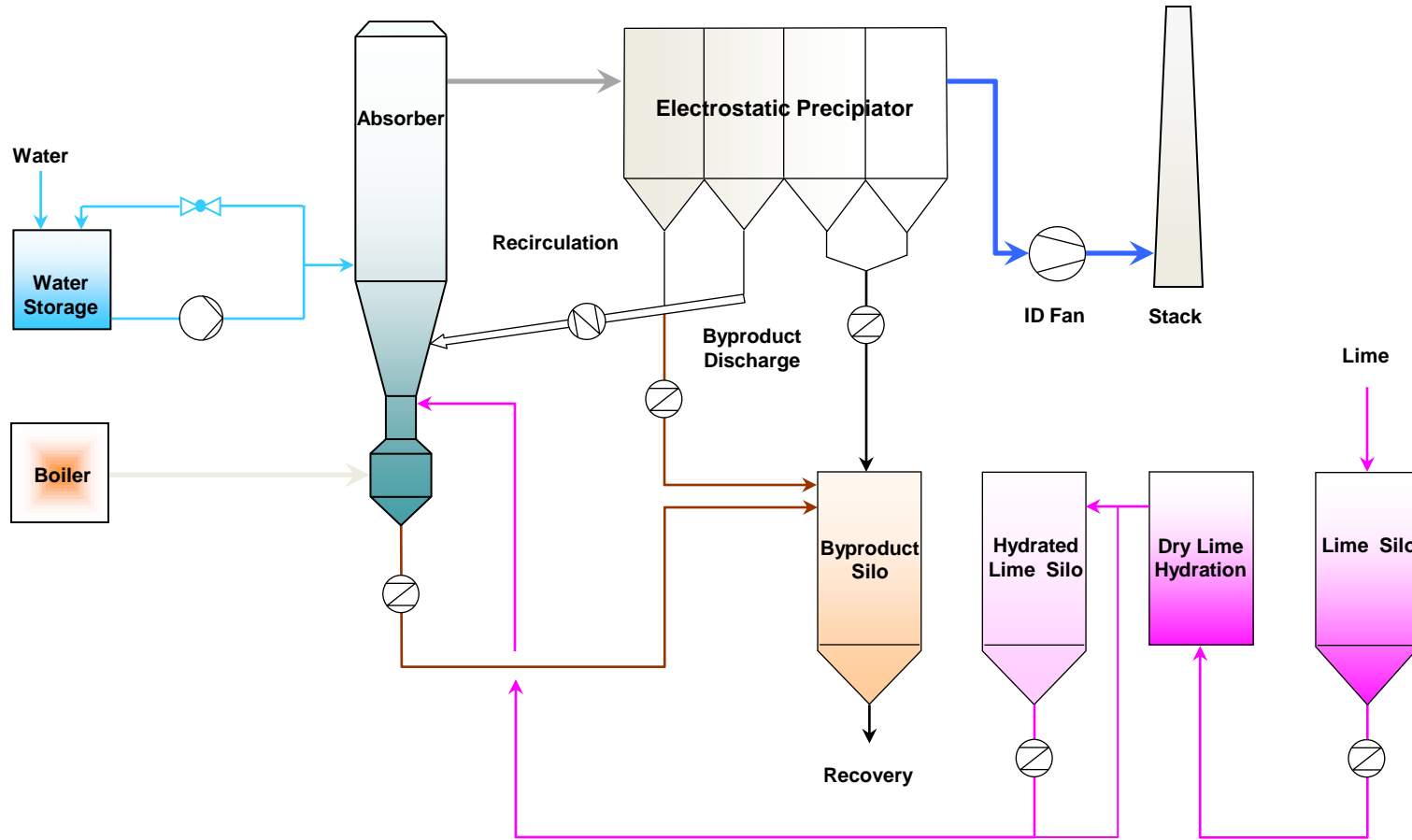
# Oczyszczanie spalin

## Schemat instalacji – Filtr Workowy



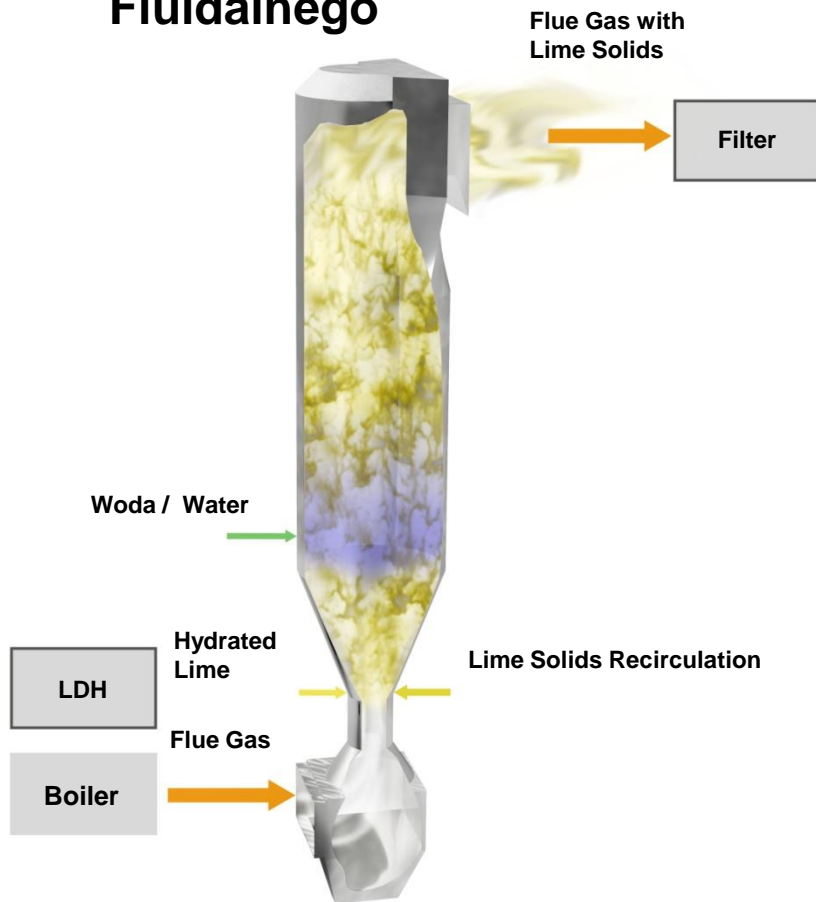
# Oczyszczanie spalin

## Schemat przepływu – Elektrofiltr



# Oczyszczanie spalin

## Przekrój Absorbera Fluidalnego



## Widok wnętrza absorbera





# Oczyszczanie spalin

## Typowe parametry dla instalacji FW GRAF-WULFF

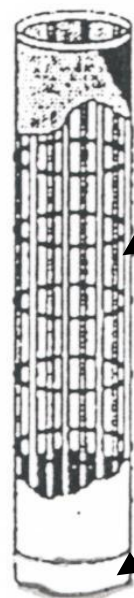
Ilość spalin	(m <sup>3</sup> /h, NTP, mokre)	10,000 – 1,800,000
Redukcja SO <sub>2</sub>	(%)	80 – 99
Redukcja SO <sub>3</sub>	(%)	80 – 99
Redukcja HCl	(%)	80 – 99
Redukcja HF	(%)	80 – 99
Redukcja Hg	(%)	80 – 99

# Odpylanie spalin

## Wymiary Filtrów Workowych.

Długość: 7 - 8.0 m

Średnica: 150 mm



Konstrukcja  
wsporcza worka

Dno worka  
filtracyjnego

## Stosowane materiały filtrów i ich właściwości

Materiał podstawowy	Wytrzymałość Temperaturowa °C	Odporność na kwasy	Odporność na zasady	Odporność mechaniczna	Indeks cenowy	Okres pracy
PAN / Dralon T	260/ 270	Dobra	Słaba	Przeciętna	100 %	3 - 4 lata
PPS / Ryton	350/ 360	Bardzo dobra	Bardzo dobra	Dobra	170 %	4 - 6 lata
PTFE / Teflon	460/ 480	Doskonała	Doskonała	Bardzo dobra	430 %	4 - 6 lata

---

# Referencje

# Instalacje oczyszczania spalin

## Referencje firmy FW GRAF-WULFF

### Elektrofiltr lub Filtr Workowy

No.	Project	Place	Boiler Capacity [MW]	Flue gas Flow rate [Nm <sup>3</sup> /h]	S content Cl content [%] daf	Inlet SO <sub>2</sub> Inlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Outlet SO <sub>2</sub> Outlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> removal [%]	Stack Dust concentration [mg/ m <sup>3</sup> ]	Operation
1	Geilenkirchen - Teveren	Germany	2 x 10	30,000	1.0 - 1.1 --	1,700 90	250 9	85 99	50	1989.05
2	Spilburg - Kaserne Wetzlar	Germany	2 x 7	20,000	1.0 - 1.1 --	1,700 90	250 9	85 99	50	1991.05 - 1991.07 #
3.1	Homburg / Saar	Germany	10 + 30	56,000	0.5 - 1.2 --	1,900 400	900 40	55 90	50	1990.12 - 1992.10 #
3.2	Homburg / Saar	Germany	10 + 30	56,000	0.5 - 1.2 --	1,900 400	200 20	90 99	50	1992.12 2001#
4	Deutsche Solvay Soda Rheinberg	Germany	170	244,000	0.5 - 2.0 --	3,200 150	250 10	92 99	30	1993.05
5	Bonn	Germany	2 x 12 *	2 x 19,000	0.6 --	1,000 --	50 --	95 99	10	1997.12
6	Dessau	Germany	2 x 40	170,000	5.3 --	8,600 150	400/1000 10	89/96 99	50	1997.05
7	Theiss	Austria	275 / 300 *	1,000,000	0.5 - 2.0 --	3,400 --	100 --	97 99	30	2000.03
8	Berlin Schönevide	Germany	2 x 30	2 x 41,000	1.1- 1.7 --	2,700 200	400 20	85 99	30	1998.03
9	VKH Krumpa	Germany	9 °	14,000	0.4 --	600 300	50 10	92 99	10	1998.07

\* waste incineration; ° waste wood incineration; † wood incineration; ‡ coffee ground incineration; \* MW electric Power; # not any more in operation

# Instalacje oczyszczania spalin

## Referencje firmy FW GRAF-WULFF

### Elektrofiltr lub Filtr Workowy

No.	Project	Place	Boiler Capacity [MW]	Flue gas Flow rate [Nm <sup>3</sup> /h]	S content Cl content [%] daf	Inlet SO2 Inlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Outlet SO2 Outlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	SO2 SO3 removal [%]	Stack Dust concentration [mg/ m <sup>3</sup> ]	Operation
10	Walbrzych	Poland	40	60,000	1.2- 1.8 --	2,960 200	300 20	90 99	50	1998.10
11	Strakonice	Czechia	200	315,000	2.2 - 2.6 --	4,200 --	300/500 --	89/93 99	50	1998.10
12	Châteaudun	France	20 *	33,000	--	400 1,500	50 50	88 99	10	1999.04
13	Pithiviers	France	16 *	25,000	--	400 1,000	50 10	88 99	10	2000.03
14	Banbury	England	13.6 *	35,000	--	--	--	--	50	2001.02
15	Hengyun - Guangdong	China	210 *	820,000	0.7 -1.4 --	2,200 80	330 8	85 99	200	2002.10
16	Yinchuan - Ningxia	China	2 x 45 *	2 x 180,000	0.7 – 1.45 --	2,300 80	350 8	85 99	200	2003.09
17	BioEnergie Taufkirchen	Germany	21.5 *	48,000	--	--	--	--	10	2003.11
18	Flohr - SFW	Germany	30 °	80,000	--	290 130	50 10	83 99	10	2004.12

\* waste incineration; ° waste wood incineration; + wood incineration; ♦ coffee ground incineration; \* MW electric Power; # not any more in operation

# Instalacje oczyszczania spalin

## Referencje firmy FW GRAF-WULFF

### Elektrofiltr lub Filtr Workowy

No.	Project	Place	Boiler Capacity [MW]	Flue gas Flow rate [Nm <sup>3</sup> /h]	S content Cl content [%] daf	Inlet SO <sub>2</sub> Inlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Outlet SO <sub>2</sub> Outlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> removal [%]	Stack Dust concentration [mg/ m <sup>3</sup> ]	Operation
19	Ökotech Recklinghausen	Germany	55 °	114,000	--	800 250	50 10	94 99	10	2004.08
20	Zhangshan - Shanxi	China	2 x 300 *	2,400,000	0.5 – 1.2 --	1,900 50	280 5	85 99	100	2004.12 2005.08
21	Gujiao - Shanxi	China	2 x 300 *	2,400,000	1.2 – 2.0 --	3,200 50	220 5	93 99	100	2005
22	Pengcheng - Jiangsu	China	2 x 300 *	2,350,000	1.2 – 1.7 --	2,600 50	260 5	90 99	100	2004.12 2005.09
23	Qingshan - Hubei	China	200 *	820,000	1 - 2	3,200 75	300 7.5	90 99	100	2005
24	Xinhai - Jiangsu	China	2 x 330/350 *	2,600,000	1 – 2	3,200 50	250 5	92 99	50	2005.10 2006.02
25	Zhangye – Gansu **	China	2 x 300 *	2,400,000	0.3 – 1.5	2,350 50	190 5	92 99	100	-
26	Haibowan – Inner Mongolia **	China	2 x 330 *	2,500,000	1.5 – 2.2	3,200 50	260 5	92 99	100	-
27	Hebi – Henan **	China	2 x 300 *	2,400,000	1.0 – 1.5	2,350 50	190 5	92 99	100	-

\* waste incineration; ° waste wood incineration; + wood incineration; ♦ coffee ground incineration; \* MW electric Power; # not any more in operation;

\*\* Engineering project

# Instalacje oczyszczania spalin

## Referencje firmy FW GRAF-WULFF

### Elektrofiltr lub Filtr Workowy

No.	Project	Place	Boiler Capacity [MW]	Flue gas Flow rate [Nm³/h]	S content Cl content [%] daf	Inlet SO <sub>2</sub> Inlet HCl [mg/Nm³]	Outlet SO <sub>2</sub> Outlet HCl	SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> removal [%]	Stack Dust concentration [mg/ m³]	Operation
28	Hengyun II – Guangdong	China	2 x 300 *	2,400,000	0.7 – 1.4	2,200 75	220 7	90 99	50	2007
29	Ökotech Siegerland	Germany	55 °	114,000	--	800 250	50 10	94 99	10	2006
30	Taixiang - Henan	China	2 x 135 *	1,260,000	0.3 – 0.6 --	950 35	98 3.5	85 99	50	2007
31	Hepo - Shanxi	China	100 *	480,000	1.3 – 1.6 --	2,500 50	370 5	85 99	50	2006.12
32	Hepo - Shanxi	China	250 *	1,050,000	1.3 – 1.6 --	2,500 50	370 5	85 99	50	2007.01
33	MVV Korbach*	Germany	35	77,000	0.45 1.51	850 1,400	50 10	94 99	10	2008
34	EVI Europark*	Germany	2 x 80	2 x 170,000	0.3 – 1.1 0.6 – 1.5	600 – 2,000 1,000 -1,800	10 5	99 99	2.5	2008
35	Basin Electric	USA	420 *	1,690,000	0.45 – 1.4 --	800 – 2,200 --	70 --	96 99	15	2010
36	Gersthofen	Germany	38 *	85,000	0.45 1.50	850 1,400	50 10	94 99	10	2009
37	TWK Kaiserslautern	Germany	34	59,100	0.45 – 0.8 0.0 – 0.1	800 – 1,400 10 - 120	180 10	87 99	10	2009

\* waste incineration; ° waste wood incineration; + wood incineration; ♦ coffee ground incineration; \* MW electric Power; # not any more in operation;

# Instalacje oczyszczania spalin

## Referencje firmy FW GRAF-WULFF

### Elektrofiltr lub Filtr Workowy

No.	Project	Place	Boiler Capacity [MW]	Flue gas Flow rate [Nm <sup>3</sup> /h]	S content Cl content [%] daf	Inlet SO <sub>2</sub> Inlet HCl [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Outlet SO <sub>2</sub> Outlet HCl	SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> removal [%]	Stack Dust concentration [mg/ m <sup>3</sup> ]	Operation
38	SHELL Wesseling Plant **	Germany	500	2 x 330,000	1.0 – 5.0	1,880 – 7,340	200	89 – 97 99	10	2010
39	SHELL Wesseling Rheinpower II	Germany	350	2 x 212,500	1.0 – 5.0	1,880 – 7,340	200	89 – 97 99	20	2011

\* waste incineration; ° waste wood incineration; + wood incineration; ♦ coffee ground incineration; \* MW electric Power; # not any more in operation;

\*\* Engineering project

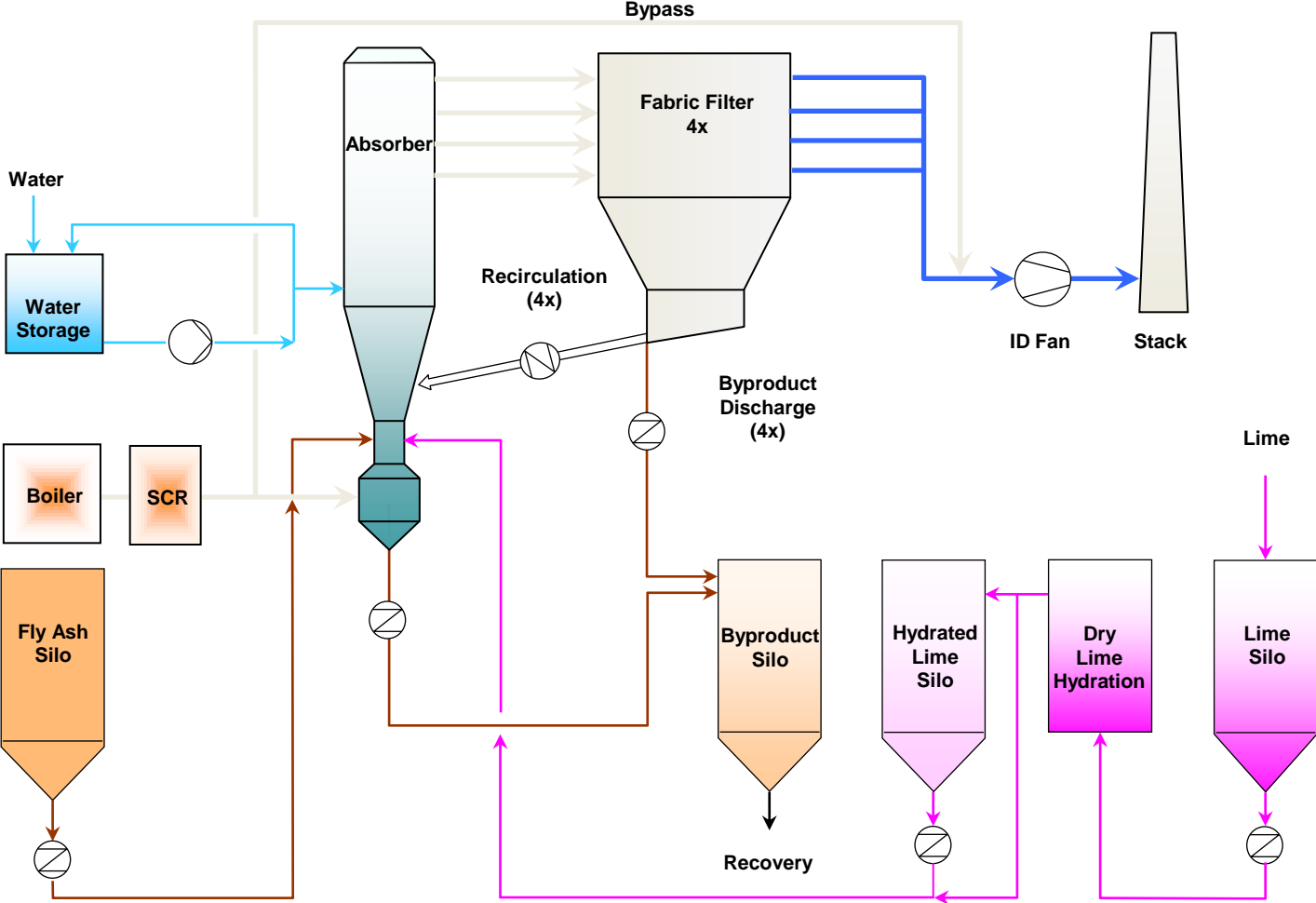


---

# FGS - THEISS / AUSTRIA

Marzec 2000

# Theiss - schemat



# Theiss – Parametry Techniczne

## Parametry kotła w elektrowni Theiss, Austria

<b>Boiler specification</b> <b>(Concentrations based on 3% O<sub>2</sub>-reference value)</b>		
Boiler combustion supported by ambient air and exhaust gas from gas turbine operation		heavy fuel oil (S-content 1.0-2.0%)
Turbine-generator capacity nominal	(MWe)	275
Flue gas flow rate, nominal	(m <sup>3</sup> /h, NTP, wet)	856,000
Load change rate	(%/min.)	7
Capacity range	(%)	45 - 110
Flue gas temperature	(°C)	160 - 180
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	1,700 - 3,400
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 250
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 21
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 300

# Theiss – Opis konstrukcji i dane techniczne

## Dane projektowe dla instalacji odsiarczania w Theiss, Austria

<b>Flue gas specifications downstream FGS-plant (Concentrations based on 3% O<sub>2</sub>-reference value)</b>		
Flue gas flow rate, nominal	(m <sup>3</sup> /h, NTP, wet)	945,000
Temperature	(°C)	65 - 80
SO <sub>2</sub> -removal efficiency	(%)	> 97
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	51 (S-content 1%), 102 (S-content 2%)
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 14
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 21
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 30
<b>Technical Data</b>		
RCFB-diameter	(mm)	10,500
Particulate-content		4 com. Fabric Filter

## Theiss – Parametry techniczne

### Uzyskane parametry dla instalacji odsiarczania Theiss, Austria

<b>Treated flue gas specification downstream FGS-plant (Concentrations based on 3% O<sub>2</sub>-reference value)</b>		
Flue gas flow rate, max.	(m <sup>3</sup> /h, NTP, wet)	1,000,000
Temperature	(°C)	68 - 90
SO <sub>2</sub> -removal efficiency	(%)	94 - 99
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	20 - 200
SO <sub>3</sub> -removal efficiency	(%)	99
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	< 1
Stoichiometric ratio	(Ca/S)	1.4 - 1.6

# Theiss

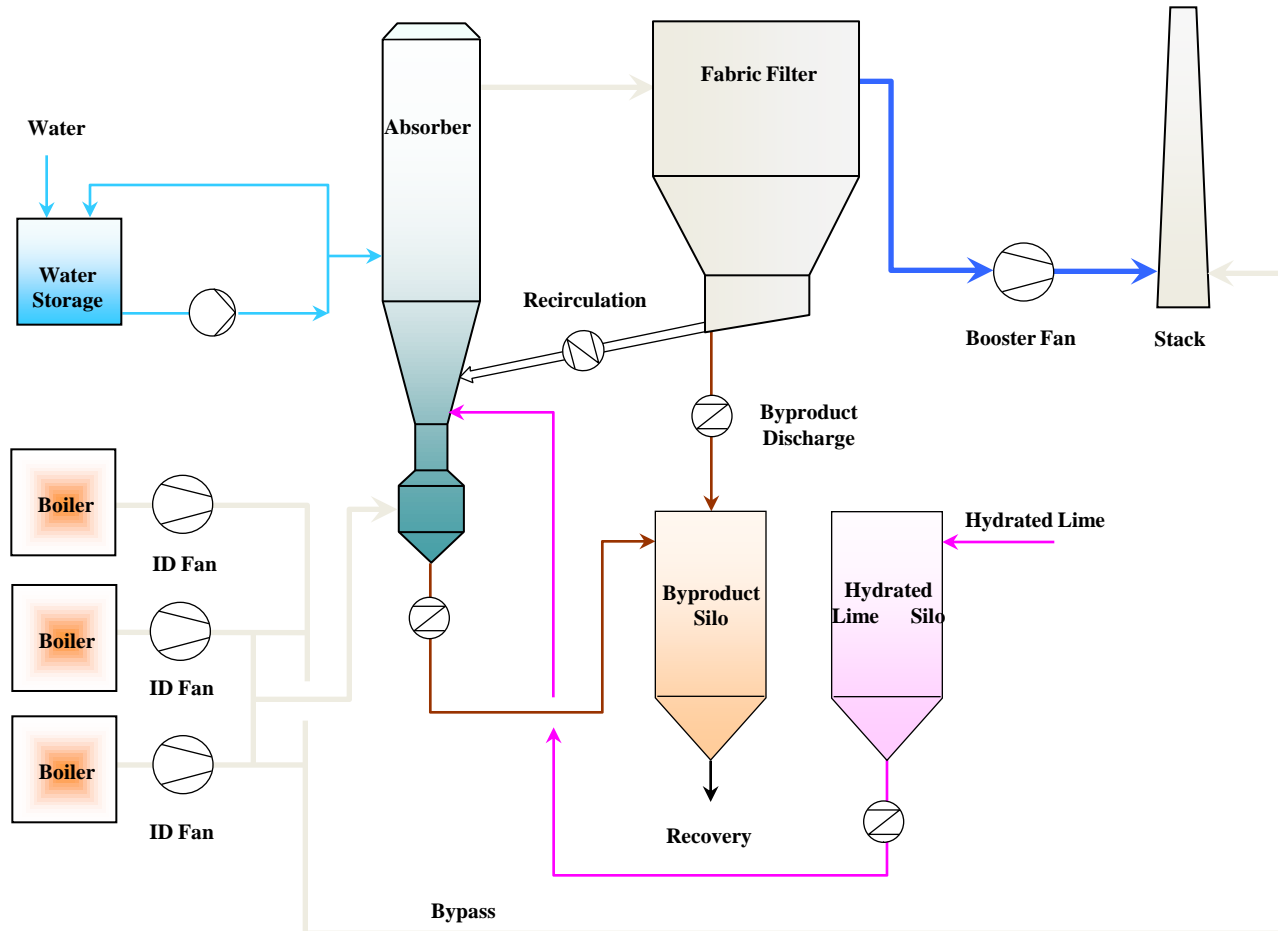


---

# PEC WAŁBRZYCH / POLSKA

Październik 1998

# Wałbrzych - Schemat





# Wałbrzych – Dane techniczne

<b>Boiler and Raw Gas Data</b>		
Fuel		Bituminous Coal (crushed)
Fuel Sulphur Content	[%] daf	1.2 - 1.8%
Firing Capacity	[MW]	35
Flue Gas Rate	[Nm <sup>3</sup> /h]	35,000 – 57,000
Flue Gas Temperature	[°C]	160 – 180
SO <sub>2</sub> -Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	2,000 – 3,000
SO <sub>3</sub> -Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 150
HCl-Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 450
Dust-Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 1,330
<b>Clean Gas Data</b>		
Flue Gas Rate max.	[Nm <sup>3</sup> /h]	62,000
SO <sub>2</sub> -Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	200 - 300
SO <sub>3</sub> -Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	2 - 3
HCl-Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 20
Dust-Content	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 10
Stack Temperature	[°C]	75 – 85

# Wałbrzych



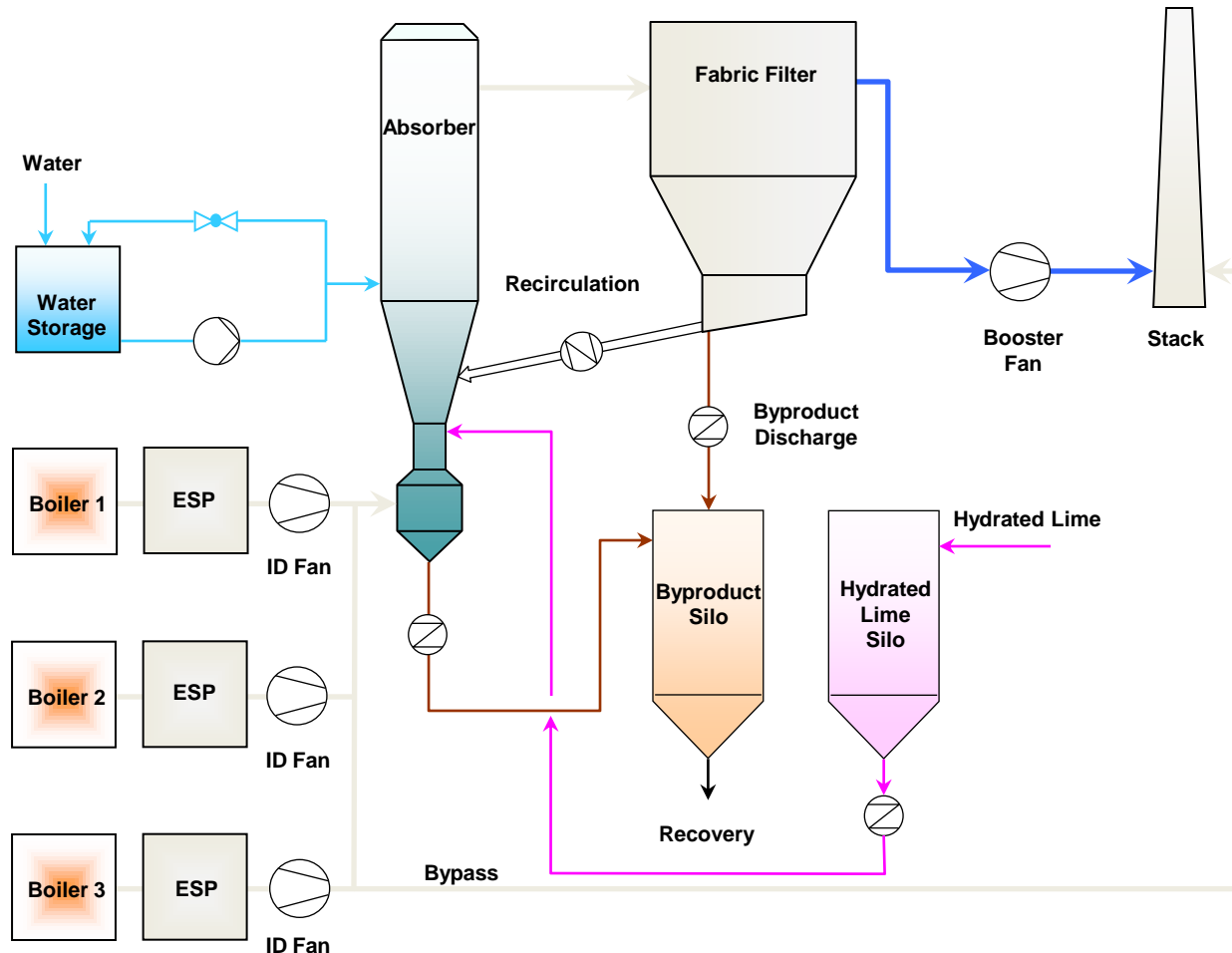
---

# STRAKONICE / CZECHY

Październik 1998

# CFB-FGS-Plant of the Strakonice Heat and Power Plant, Czech Republic

## Schemat instalacji odsiarczania w Strakonicach



# Strakonice – Opis Konstrukcji oraz Dane Techniczne

## Dane Projektowe dla EC w Strakonicach

Boiler specifications		
Boiler firing system		2 grate boilers fired with semi-bituminous coal and 1 boiler fired with pulverized semi-bituminous coal
Flue gas flow rate	(m <sup>3</sup> /h, NTP, wet)	50,000 – 310,000
Flue gas flow range (%)		20 – 120
Flue gas temperature	( C)	120 – 150
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	4,250 ± 1,000
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	150 ± 100
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	100 ± 50
HF-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	100 ± 50
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	150

# Strakonice – Parametry pracy

## Uzyskane parametry w EC Strakonice

<b>Treated flue gas specifications (Concentrations based on 6% O<sub>2</sub>-reference value)</b>		
Flue gas flow rate, max.	(m <sup>3</sup> /h, NTP, wet)	330,000
Temperature	( C)	75 – 85
Desulfurization efficiency	(%)	85 – 95
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	300 – 500
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	0 – 5
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	0 – 10
HF-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	0 – 2
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> , NTP, dry)	5 - 10
<b>Technical Data</b>		
RCFB-diameter	(mm)	6,000
Particulate Collector		2 comp. Fabric Filter

# Strakonice - IOŚ

## RCFB-Absorber fluidalny i wlot do Filtra Workowego



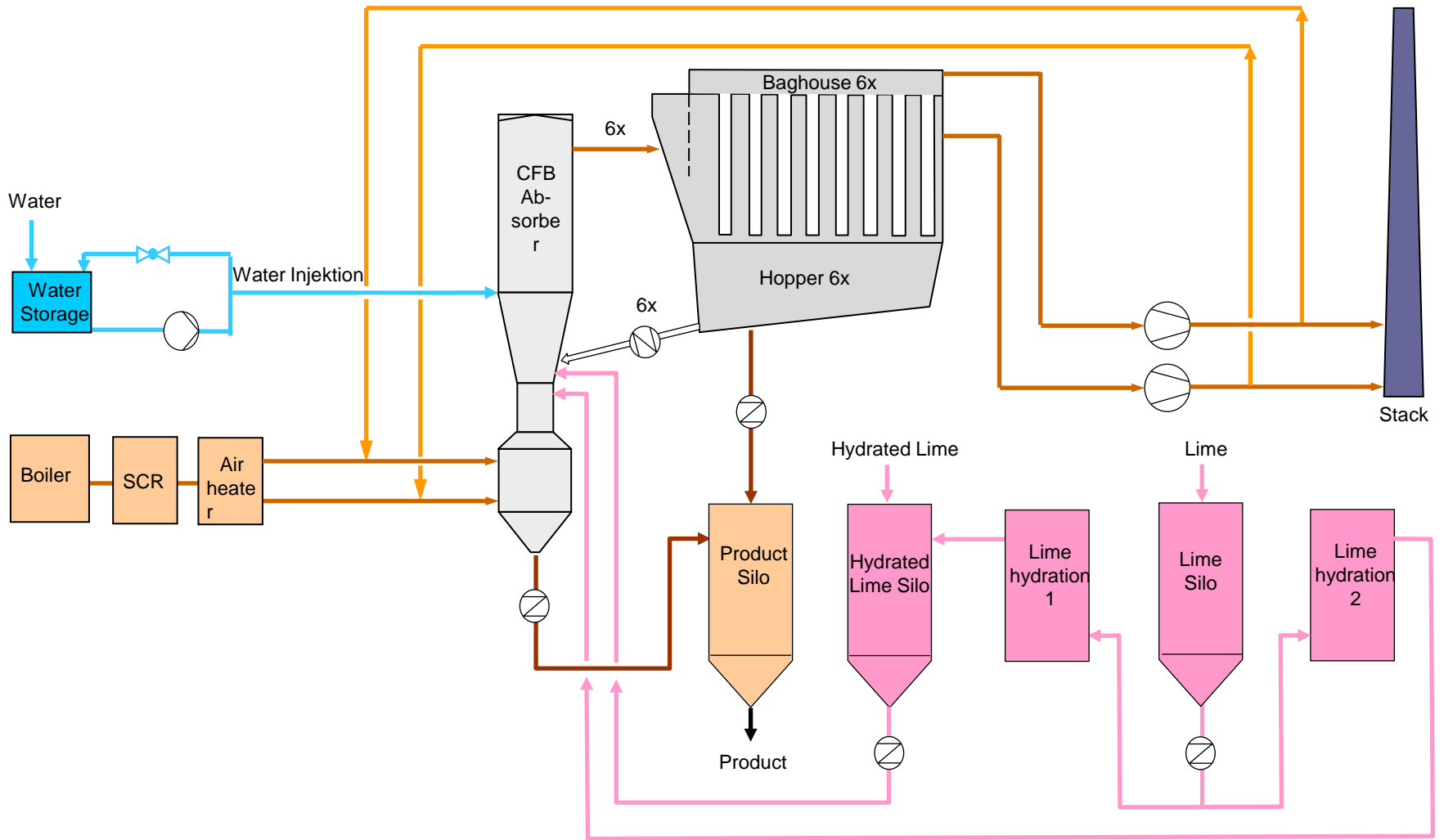
---

# Basin Electric Dry Fork Station, Gillette, Wyoming, USA

Czerwiec 2011



# Dry Fork Station – Schemat



## Dry Fork Station – Parametry wylotowe

<b>Boiler outlet data (at elevation of 1300m)</b>		
Boiler firing system		PRB-Pulverized-Coal fired Boiler (Sulphur content 0,15 - 0,9% i.r.)
Power capacity	(MWe)	100 - 420
Flue gas flow rate (100%)	(m <sup>3</sup> /h)	3,045,000
Flue gas flow range	(%)	33 - 114
Flue gas temperature	(°C)	146
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> )	800 - 2.200
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> )	25 - 42
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> )	8 - 15
HG-removal		tbd
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> )	4000 - 6000

## Dry Fork Station – Parametry wylotowe

<b>Flue gas specifications downstream FGS-plant</b>			
		Design	Measured
Number of FGS - lines		1	
Flue gas flow rate	(m <sup>3</sup> /h)	2,630,000	2,700,000
Temperature	(°C)	70 - 80	80
SO <sub>2</sub> -removal rate	(%)	>97	> 98
SO <sub>2</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> )	60 - 75	15 - 50
SO <sub>3</sub> -content	(mg/m <sup>3</sup> )	1 - 2	-
HCl-content	(mg/m <sup>3</sup> )	4 - 6	-
HG-removal	(%)	-	70 (without AC injection)
Particulate-content	(mg/m <sup>3</sup> )	12 - 17	2 - 4

### Technical Data

RCFB-diameter	(m)	13,4	
Fabric Filter Compartments		6	
Fabric Filter Bag Length	(m)	7,5	
Fabric Filter Gas to Cloth Ratio	m/min	0,8	

## Dry Fork Station – Wnętrze absorbera po rozruchu



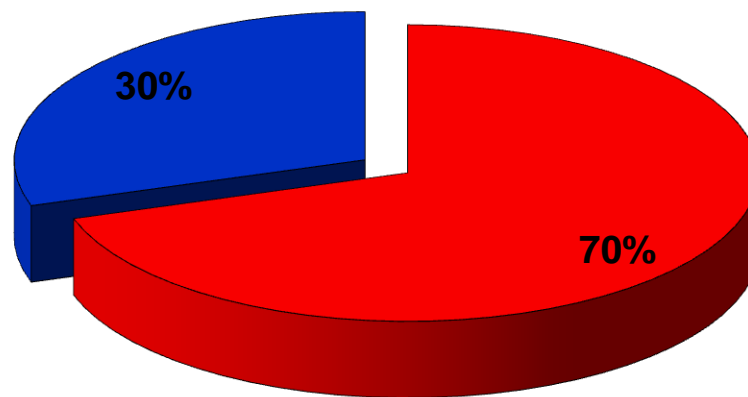
## Dry Fork Station – Widok ogólny



## Dry Fork Station – Widok



## Referencje Instalacji FW GW (68 obiektów)

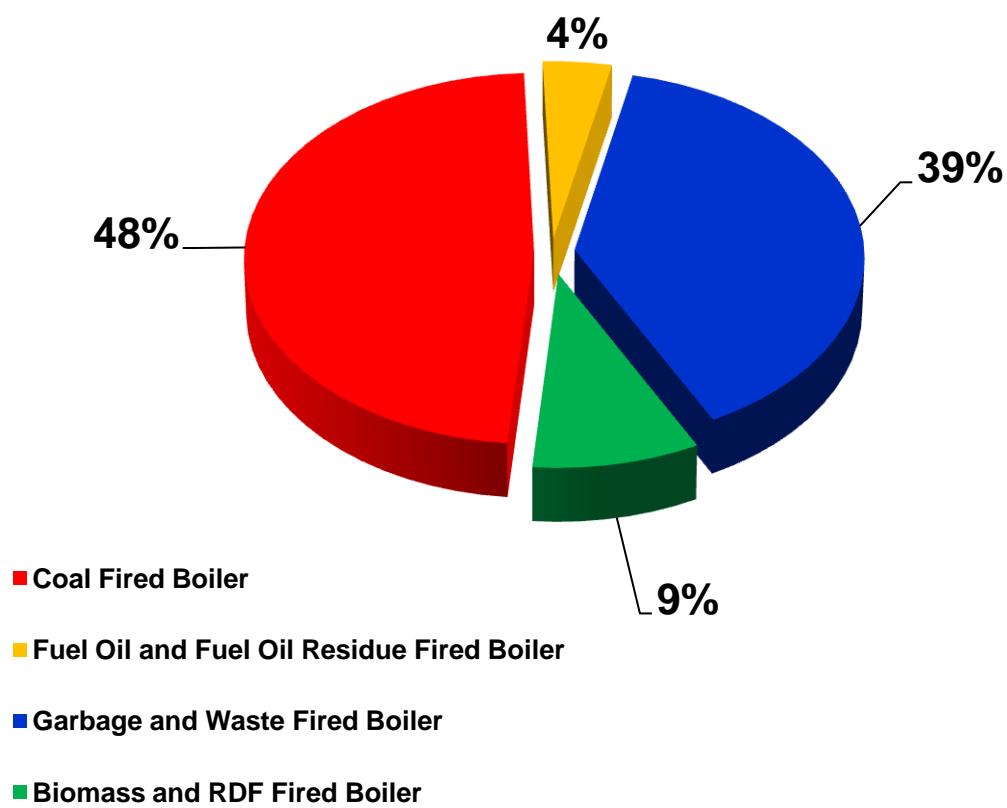


■ Desulphurization and Dedusting with Bag House

■ Desulphurization and Dedusting with ESP

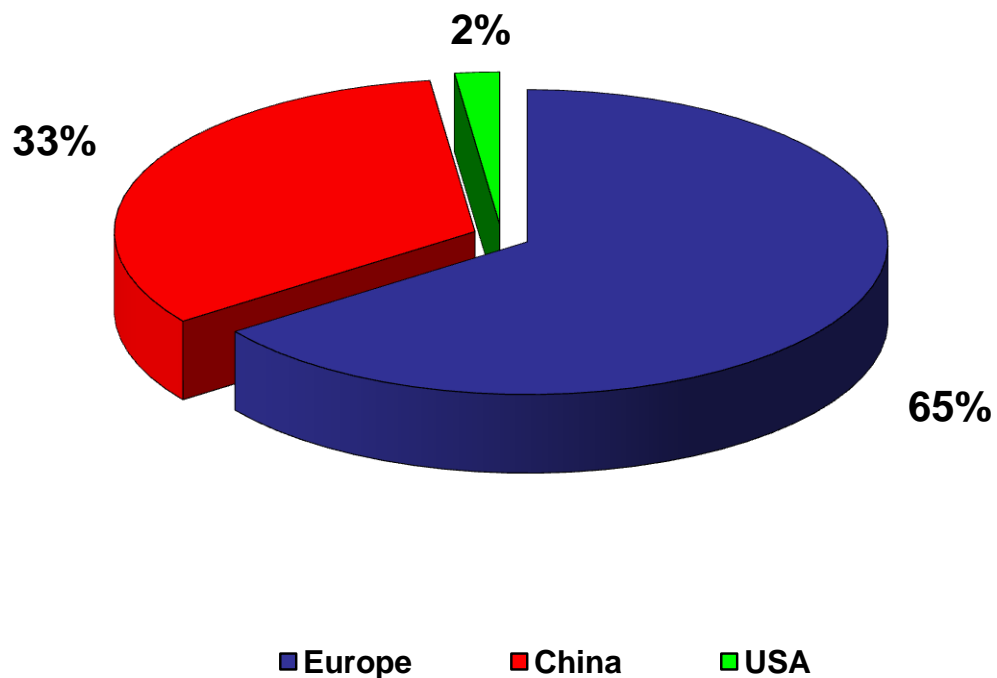
# Referencje dla wykorzystania odsiarczania FW GW

## Obszary zastosowania





## Referencje „ geograficzne” dla instalacji FW GW (68 obiektów)

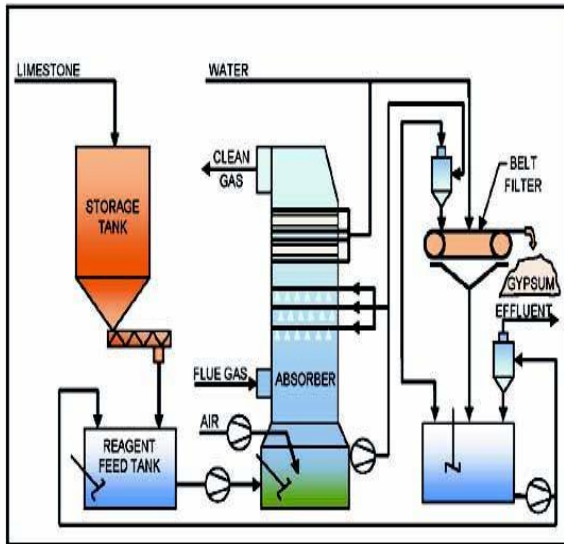


---

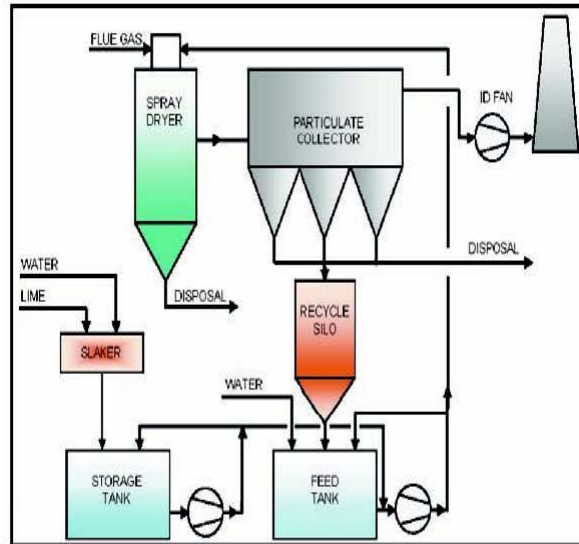
# IOŚ – Porównanie technologii

# IOŚ – Porównanie technologii

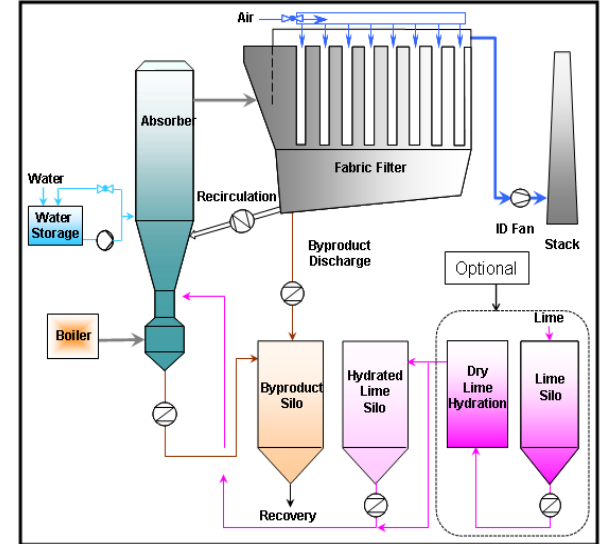
## Mokra FGD



## SDA FGD































## CFB FGD



# IOŚ – Porównanie technologii – Część 1

## Metoda mokra , półsucha , z absorberem fluidalny CFB

	Mokra	SDA FGD	CFB FGD
SO <sub>2</sub> Capture / Absorbpcja SO <sub>2</sub> zgodnie IED			
Water Consumption / Zużycie wody			
Fuel Flexibility (Fuel Sulfur Variability)			
Fine Particulate Capture / Cząstki stałe			
High SO <sub>3</sub> Capture Efficiency			
Mercury Capture / Absorbpcja Rtęci			
Compact System Footprint, / Fundamenty			
Minimal Maintenance Requirements / Serwis			
Overall / Ogólnie			

Zaleta / Advantage  Neutral  Disadvantage / Wada 

Source: Basin Electric/ Sargent & Lundy

---

## Podsumowanie i wnioski

# Podsumowanie i wnioski

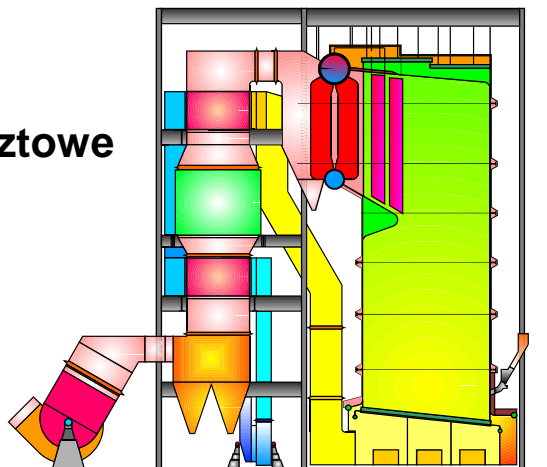
## Suchą metodę odsiarczania firmy FW GRAF WULFF cechuje:

- Niski koszt inwestycji i eksploatacji (30- 40 % mniejsze zużycie wody i nawet do 50 % niższy koszt budowy w porównaniu do mokrych IOŚ)
- Pracuje na instalacjach opalanych węglem, olejem czy RDF z dużą niezawodnością
- Relatywnie bardzo wysoka sprawność oczyszczania (98 - 99 %) w szerokim zakresie zawartości siarki (0,5 - 6 % S) i niska emisja SO<sub>x</sub> (poniżej 50 mg/m<sup>3</sup>)
- Wysoka skuteczność dla większości zanieczyszczeń
- Może być stosowana dla bloków do 500MW lub podobnej ilości spalin
- Bezpieczny produkt poprocesowy
- Nie powoduje zanieczyszczeń wody

# Industrial Boiler Units / Kotły „przemysłowe”

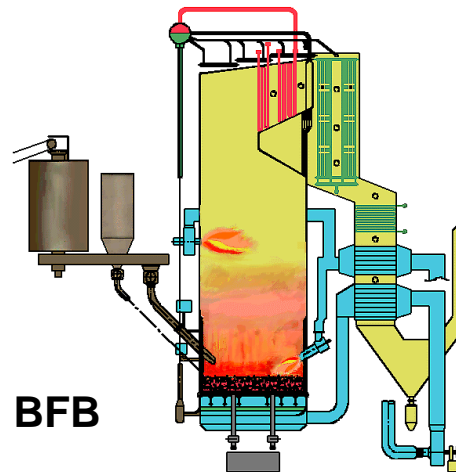
Boiler Island Size : 80' H x 35' W x 25' D

Rusztowe

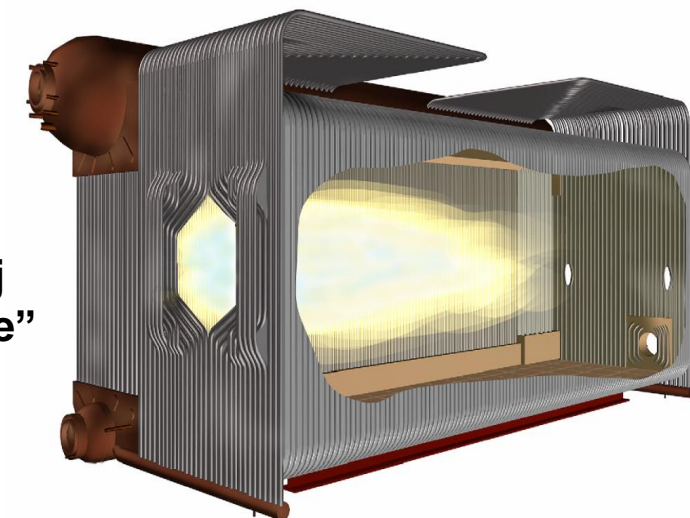


Boiler Island Size: 80' H x 35' W x 25' D

BFB



Gaz/ Olej  
„Package”



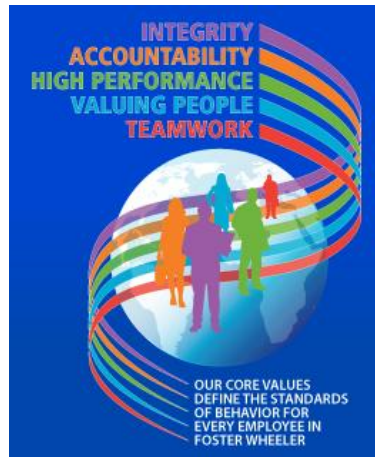
Unit Size: 40' H x 15' W x 35' D

HRSG  
Odzysknicowe



Unit Size: 60' H x 15' W x 65' D

**Dziękuję za uwagę !**  
**adam.gucwa@fwpl.fwc.com**



[www.fwc.com](http://www.fwc.com)