Współspalanie biomasy (biopaliw) oraz redukcja NO_x za pomocą spalania "objętościowego"

Włodzimierz Błasiak, Profesor*

Nalco Mobotec Europe AB, Göteborg
Nalco Mobotec Inc, Chicago

*Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm
Division Energy and Furnace Technology

Technologie spalania

- Spalanie na ruszcie
- Spalanie w warstwie fluidalnej
  - Złoże stacjonarne
  - Złoże cyrkulacyjne
- Spalanie mieszanki pyłowo-powietrznej

Każda technologia wymaga innego zakresu (suszenie rozdrabnianie, mielenie) przygotowania paliwa

NALCO Mobotec

Spalanie dużych ilości biomasy (biopaliw) wymaga:

- Zdecydowanej zmiany (modyfikacji) technologi spalania (kotła) ze względu na:
  - Znaczne różnice we właściwosciach paliw (biopaliwa, węgiel), NOx
  - Znaczne różnice w fizyce oraz chemi spalania,
  - Znaczne różnice w procesie przygotowania paliwa.

Spalanie bezpośrednie dużych (30 -100% zamiast paliwa podstawowego) ilości biomasy wymaga:

Zmiany (modyfikacji) technologi spalania (kotła) ze względu na koniecznosc utrzymania:

- Wydajności kotła,
- Sprawności kotła (parametry pary),
- Sprawności spalania (LOI, CO)
- Dyspozycyjności kotła
- Eliminacji emisji **NOx**, SOx,
- Eliminacji zanieczyszczania powierzchni, korozji
- Bezpieczeństwa pracy

Spalanie bezpośrednie dużych (30 -100% zamiast paliwa podstawowego) ilości biomasy wymaga:

Zmiany (modyfikacja) kotła (temperatura plomienia, rozmiar, promieniowanie plomienia, popiol lotny):

- Modernizacja (nowe) palnikow,
- Modernizacja przegrzewacza pary
- Modernizacja czesci konwekcyjnej
- Modernizacja podgrzewacza powietrza
- Zdmuchiwacze popiolu
- Wentylator ciagu…

Nowy sposób spalania objętościowego to:

- nowy sposob organizacji aerodynamiki komory spalania a przez to;

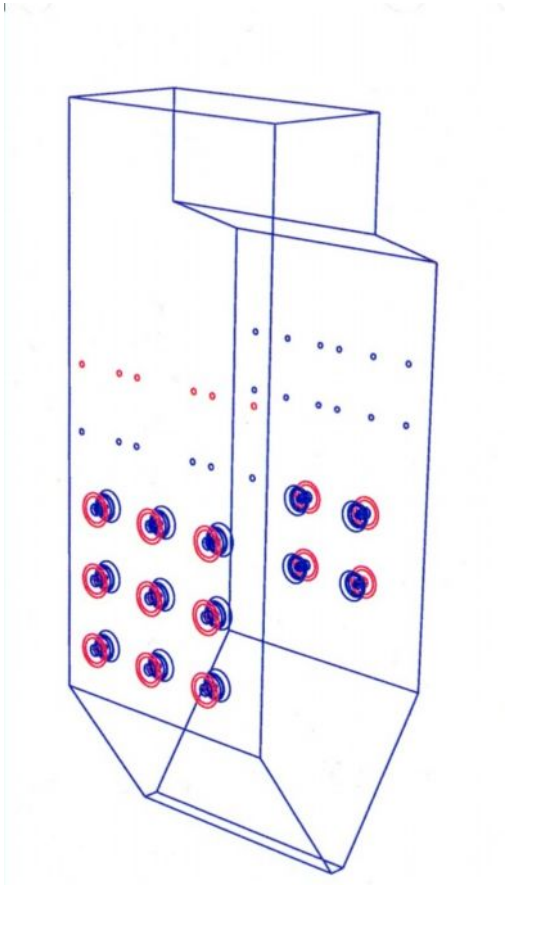
  - Optymalizacja procesu spalania,

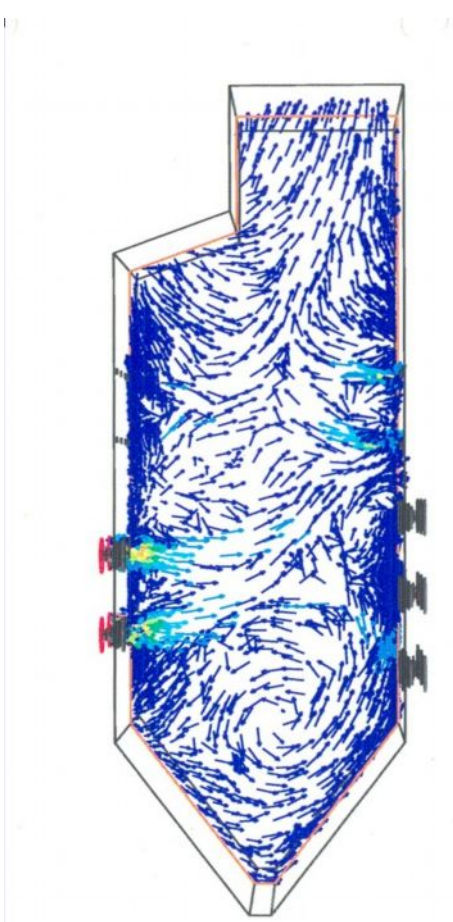
  - Redukcja mechanizmu formowania się NO,

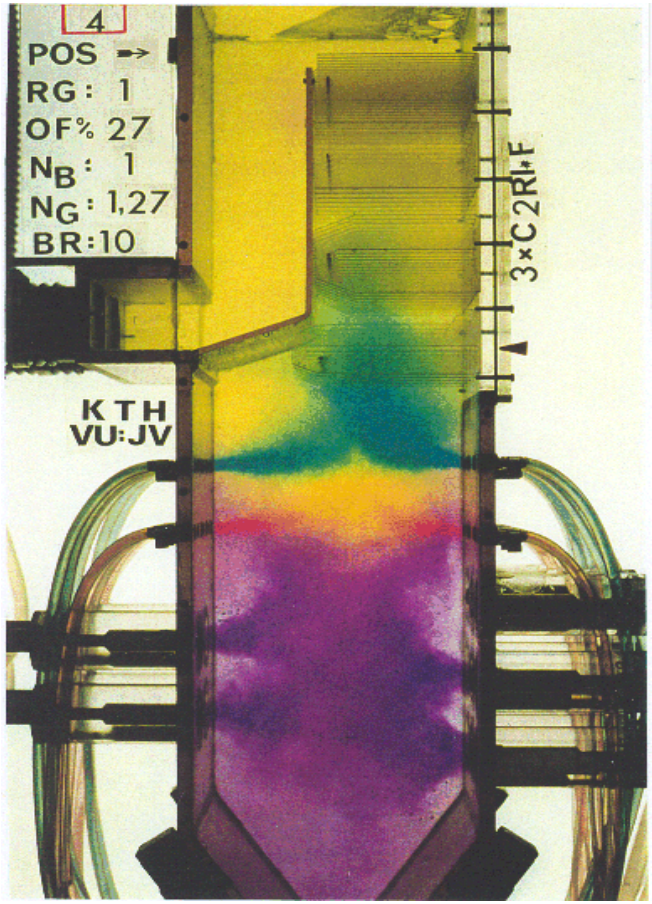
  - Redukcja CO2, Współspalanie/konwersja (0-100 %).

System wielu dysz naściennych – 1 (standartowe OFA)

Główna wada: słaby poziom ”kontroli” pola przepływu przez system powietrza wtórnego np. na rozkładu koncentracji tlenu



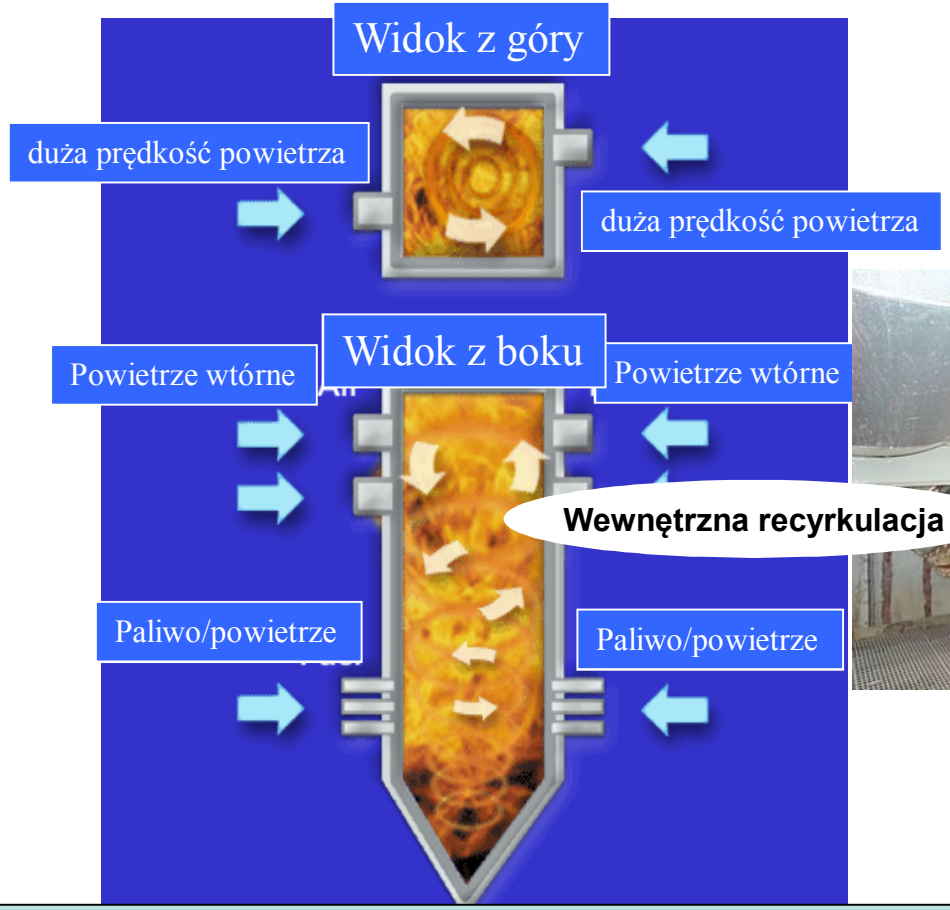




NALCO Mobotec

Spalanie bezposrednie dużych ilości biomasy wymaga: tzw. Rotacyjnego OFA – ROFA to znaczy nowego system spalania objętościowego

Otwory wlotowe ROFA



Skrzynia ROFA

Realizowany za pomocą układu asymetrycznych, wysoko-prędkościowych strug powietrza

NALCO Mobotec

Projekty zrealizowane w Szwecji

Plant	Location	Installation	Load	Fuel
Stockholm Energi, Hässelbyverket SB3	Sweden	ROFA/Rotamix	100 MW_e	HFO/Wood powder
Norrenergi AB, Solnaverket B1	Sweden	ROFA/Rotamix	2 x 40 MW_{wood} 2 x 50 MW_{HFO}	Pulverized Wood/HFO
Jönköping Energi, SB2	Sweden	ROFA	90 MW	Wood powder
Fortum, Nordic Paper, Säffle	Sweden	ROFA	25 Mw_{wood} 27.5 MW_{HFO}	HFO/Wood powder
Öresundskraft AB, Västhamnsverket	Sweden	ROFA/Rotamix	210 MW_{wood}	Coal/Wood powder

NALCO Mobotec

Przykłady wybrane z obiektów referencyjnych w USA.

Unit Data	Loading at	**Before MobotecSystem™**		**MobotecSystem™**		**After MobotecSystem™**		
	MWe	NOx		ROFA®	ROTAMIX®	NOx		**NOx red. %**
		lbs/MBtu	mg/Nm3			lbs/MBtu	mg/Nm3	
Vermilion Power Station	77	0,58	872	X		0,26	**391**	**55%**
Dynegy Midwest	77	0,58	872	X	X	0,1	**150**	**83%**
Cape Fear unit 5 Progress Energy	52	0,695	1045	X		0,21	**316**	**70%**
	154	0,6	902	X		0,27	**406**	**55%**
Cape Fear unit 6 Progress Energy	62	0,76	1142	X	X	0,14	**210**	**82%**
	133	0,65	977	X	X	0,16	**240**	**75%**
	174	0,62	932	X	X	0,18	**271**	**71%**
Confidential customer	300	0,29	436	X		0,185	**278**	**36%**
	470	0,44	661	X		0,23	**346**	**48%**
	540	0,57	857	X		0,255	**383**	**55%**

Mobotec have additional 15 reference units operating in the USA.

NALCO Mobotec

Obecne zastosowania Mobotec System

Celem redukcji NOx, SOx ...:

1. Kotły pyłowe węglowe (palniki narożnikowe, palniki naścienne),
2. Kotły fluidalne (BFB oraz CFB),
3. Kotły rusztowe (biomasa, MSW),
4. Kotły olejowe (HFO), gazowe (gaz ziemny, gazy procesowe, gazy odpadowe)
5. Podgrzewacze oleju (rafinerie)

Celem redukcji CO2 oraz NOx:

1. Konwersja kotła olejowego (HFO) na biomase,
2. Konwersja kotła pyłowego (palniki narożnikowe, palniki naścienne),
3. Konwersja kotła gazowego – mozliwa we wspolpracy z Nowe Palniki

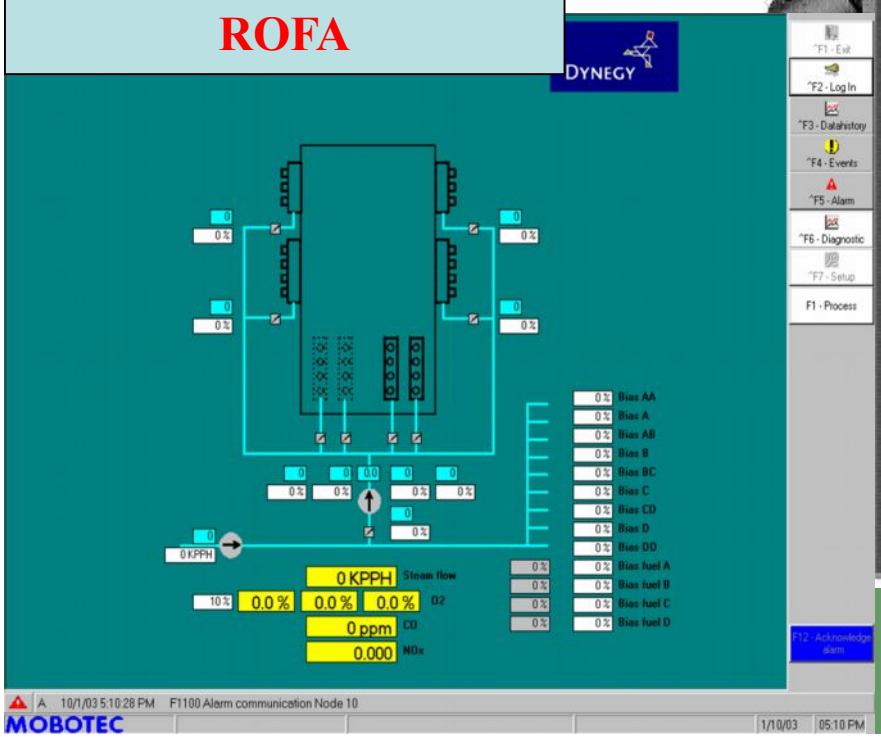
CO2 redukcja, ”green electricity”

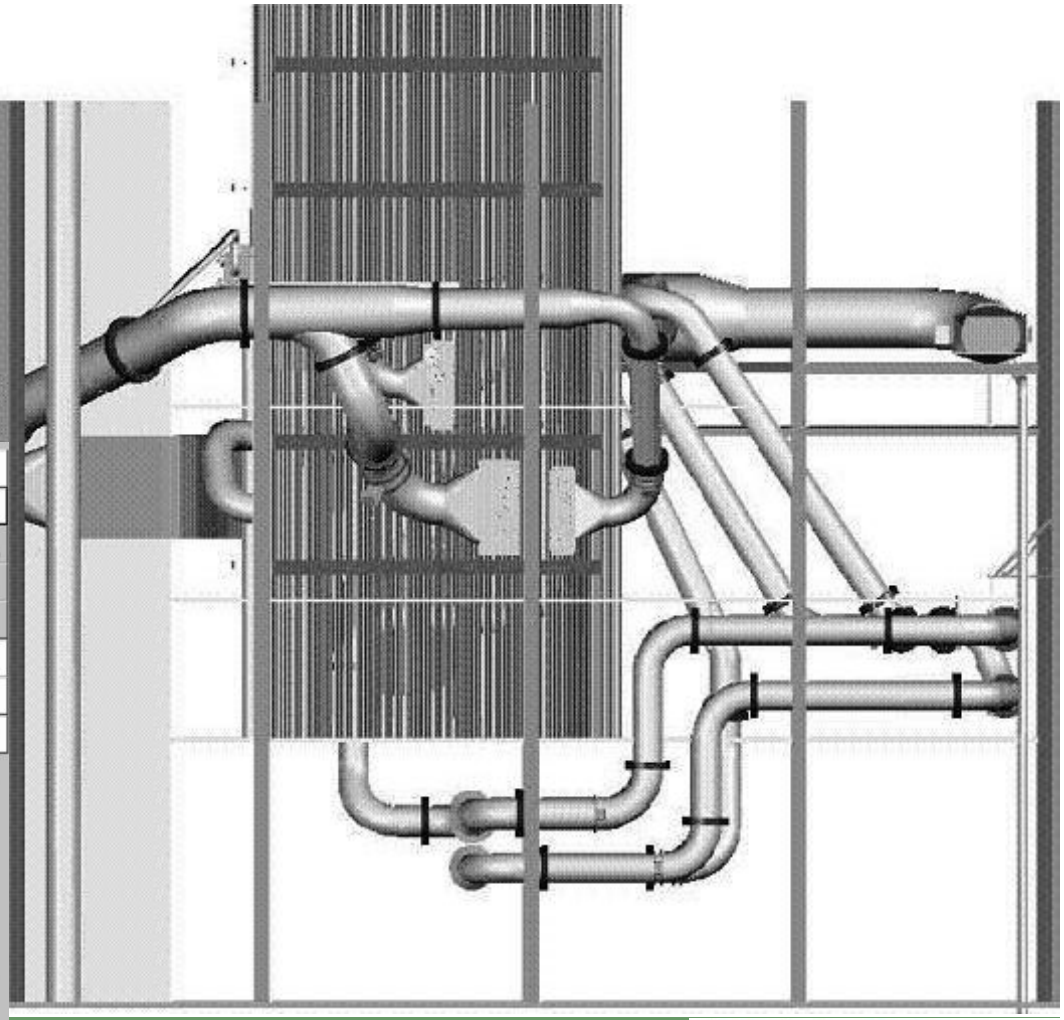
1. Pierwsza na świecie (rok 2005) całkowita konwersja kotła olejowego (pyłowego) na pył z biomasy (Szwecja),

2. Kocioł z palnikami narożnikowymi:
   - wydajności pary 82 kg/sek,
   - wydajności termiczna 240 MW,
   - zainstalowano systemy ROFA oraz ROTAMIX.
3. Uzyskano:
   1. 100 % wydajności pary,
   2. utrzymano parametry pary,
   3. zredukowano emisje NOx do poziomu poniżej 90 mg/Nm3
   4. zredukowano korozję wynikającą ze stosowania biomasy

System ROFA – przednia ściana kotła ze skrzyniami ROFA i kanałami powietrza wtórnego

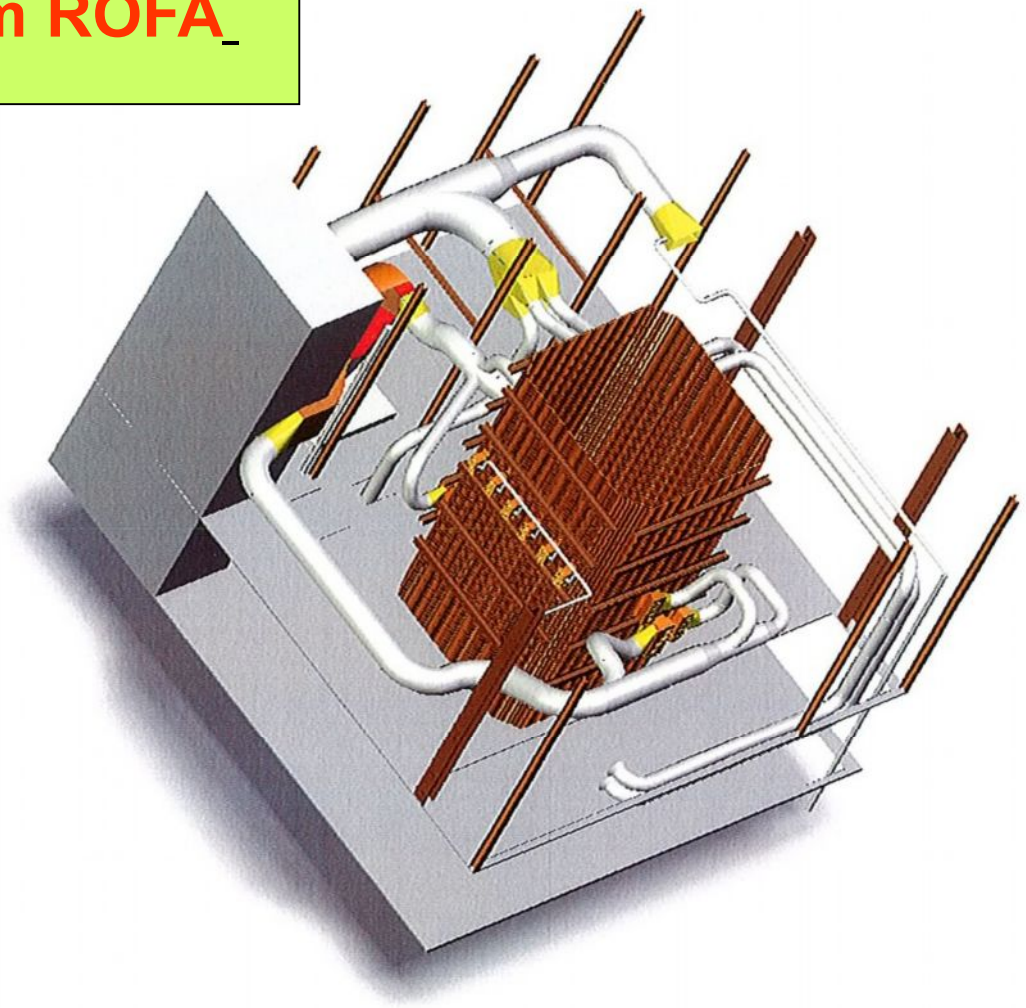
Komputerowy system kontroli i nadzoru ROFA





NALCO Mobotec

System ROFA_



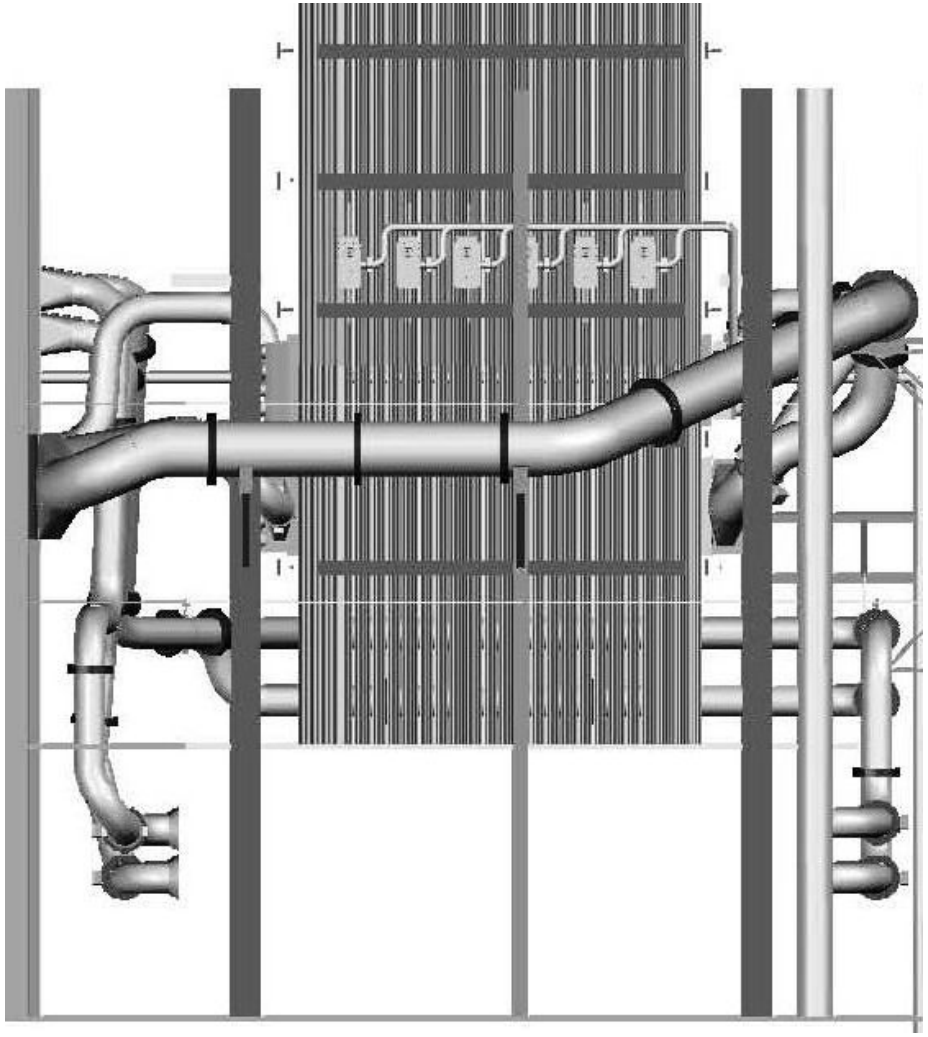
Kanały powietrzne ROFA

NALCO Mobotec

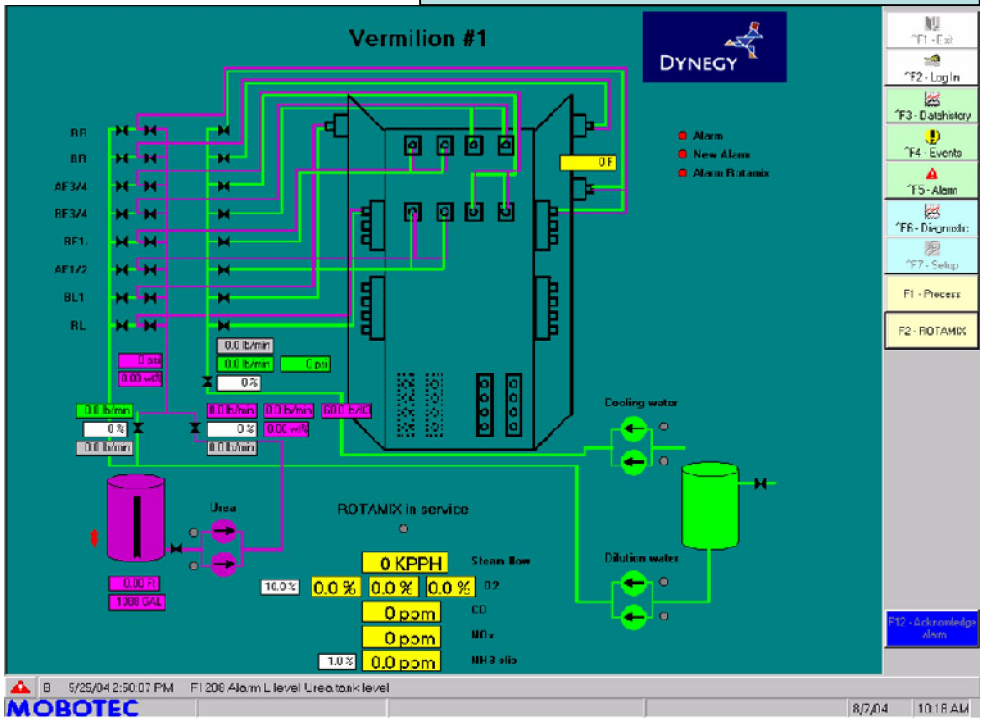
Problemy przy spalaniu dużych ilości biomasy

NALCO Mobotec

System ROTAMIX-BIO
6 skrzyń ROTAMIX

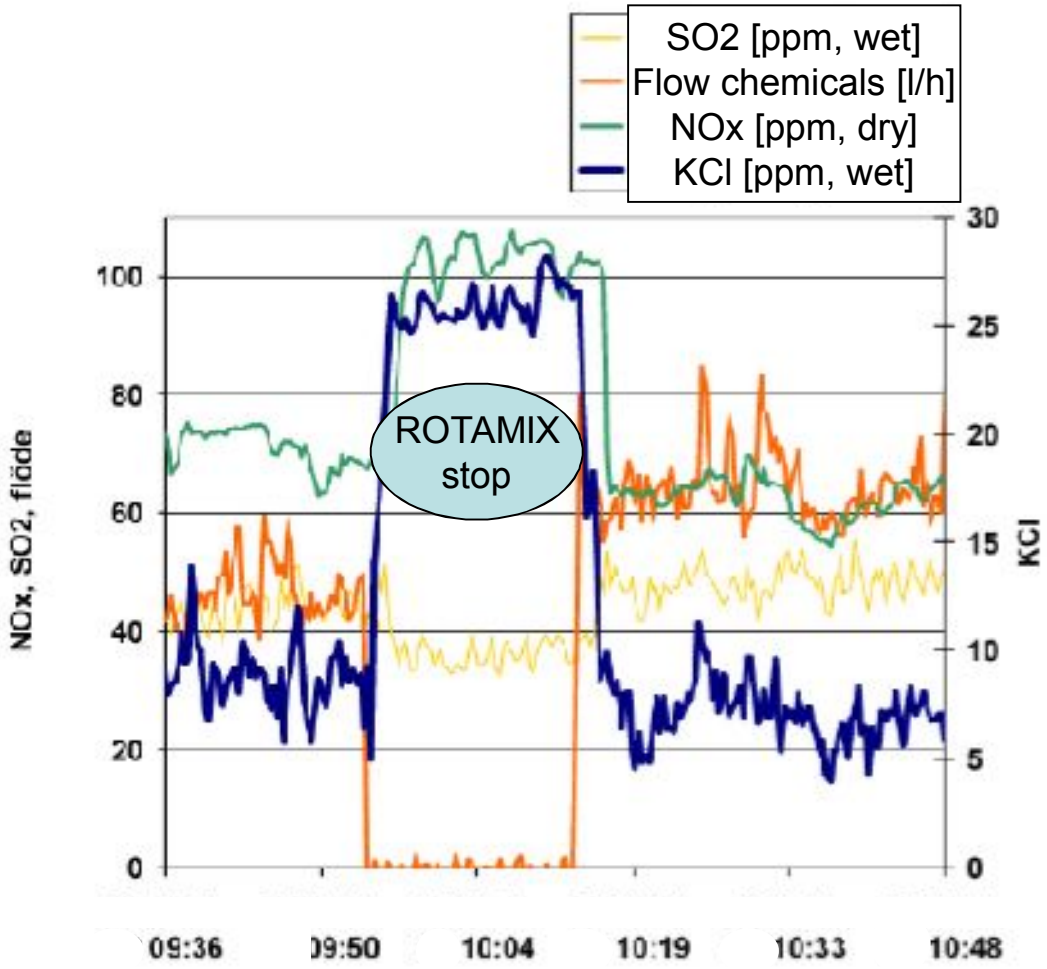


Komputerowy system kontroli i nadzoru ROTAMIX



NALCO Mobotec

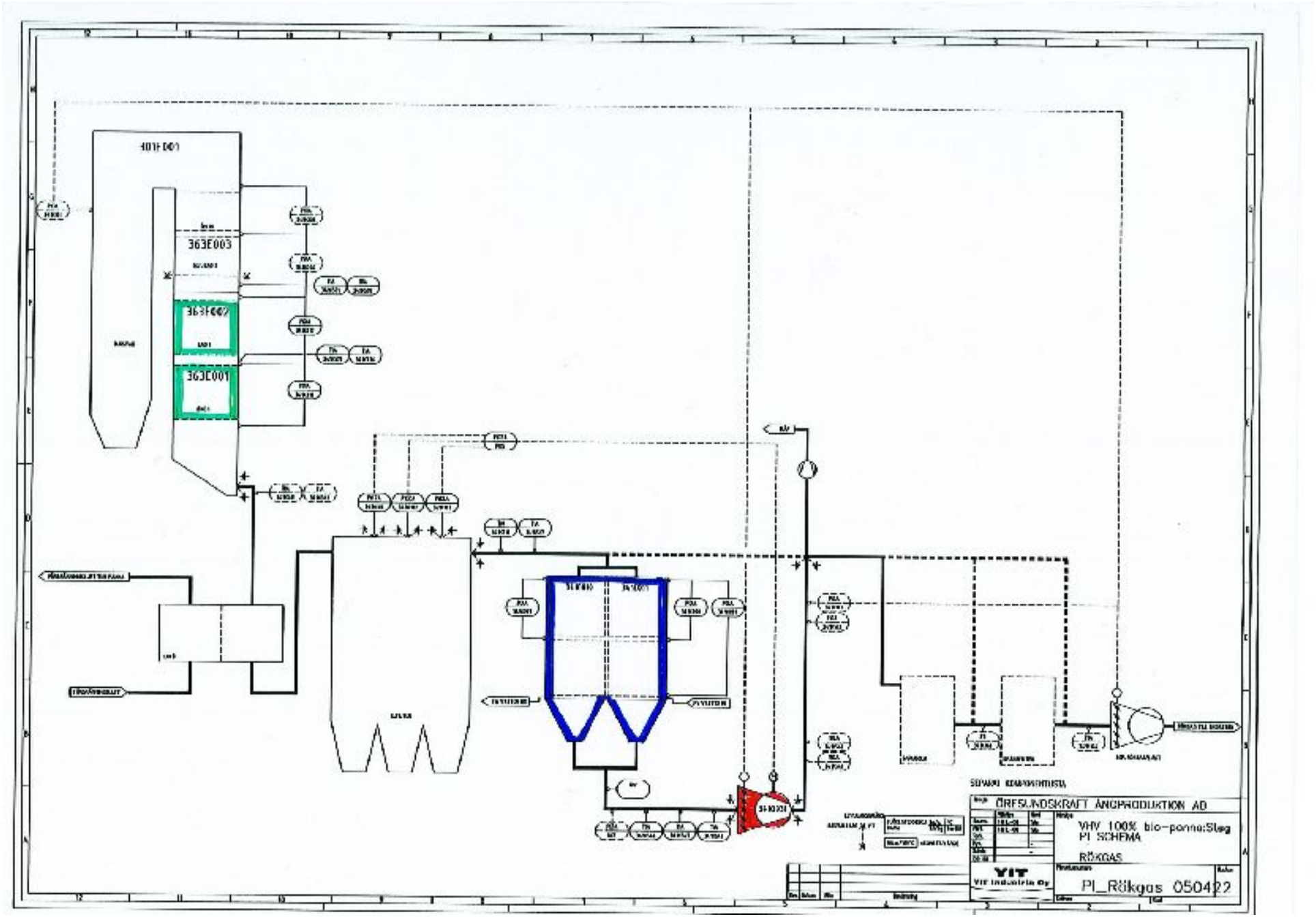
ROTAMIX-BIO: Redukcja szlakowania i korozji



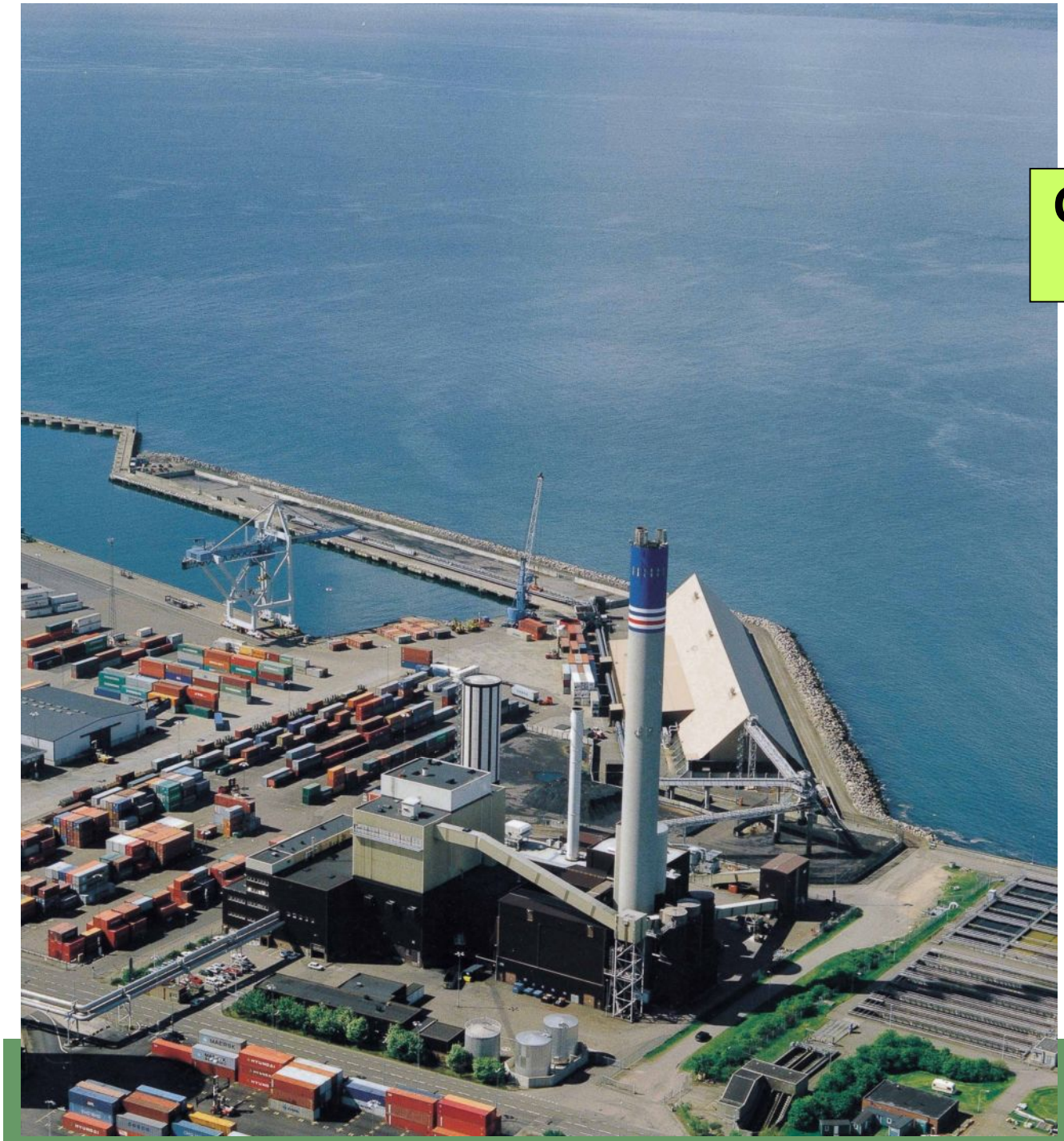
Redukcja KCl
80 %

NALCO Mobotec

Zmiany w kotle oraz urządzeniach towarzyszących



ÖRESUNDSKRAFT
1998



ÖRESUNDSKRAFT 2006

NALCO Mobotec

**Kanały spalin w instalacji spalania pyłu drzewnego:
Instalacja 100 MW,
Norrenergi, Szwecja**

NALCO Mobotec

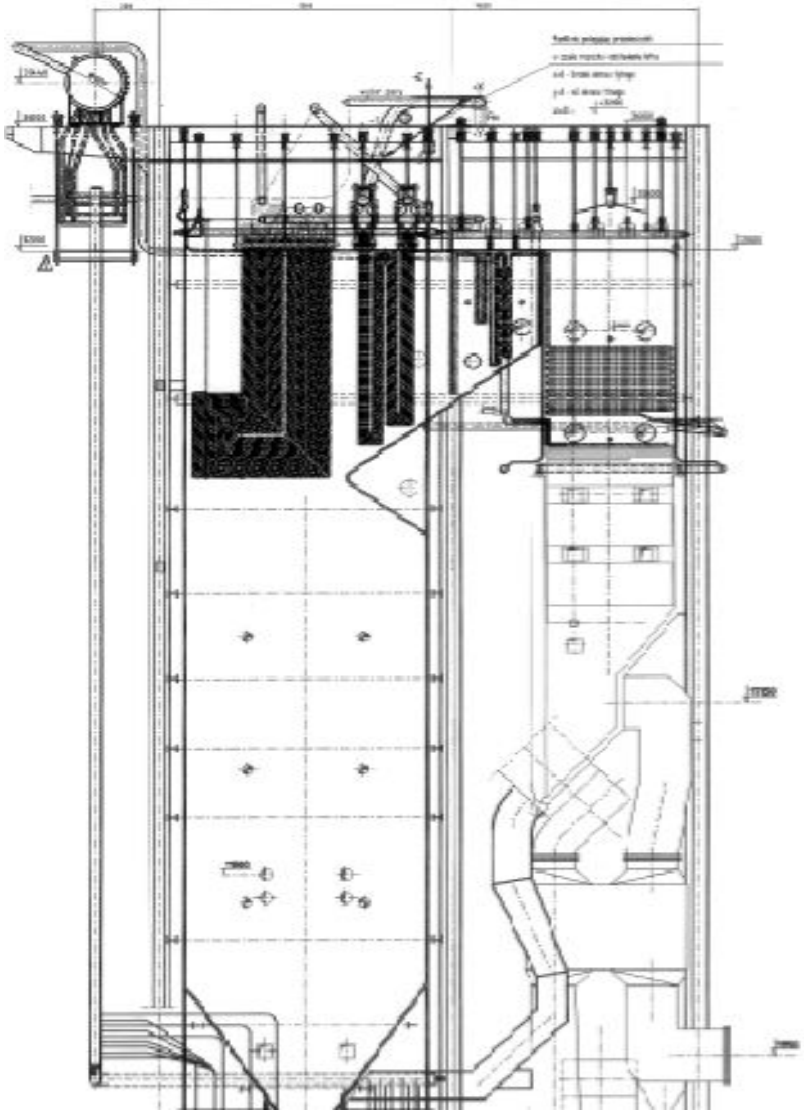
Stacja filtrów
Instalacja 100 MW,
Norrenergi, Szwecja

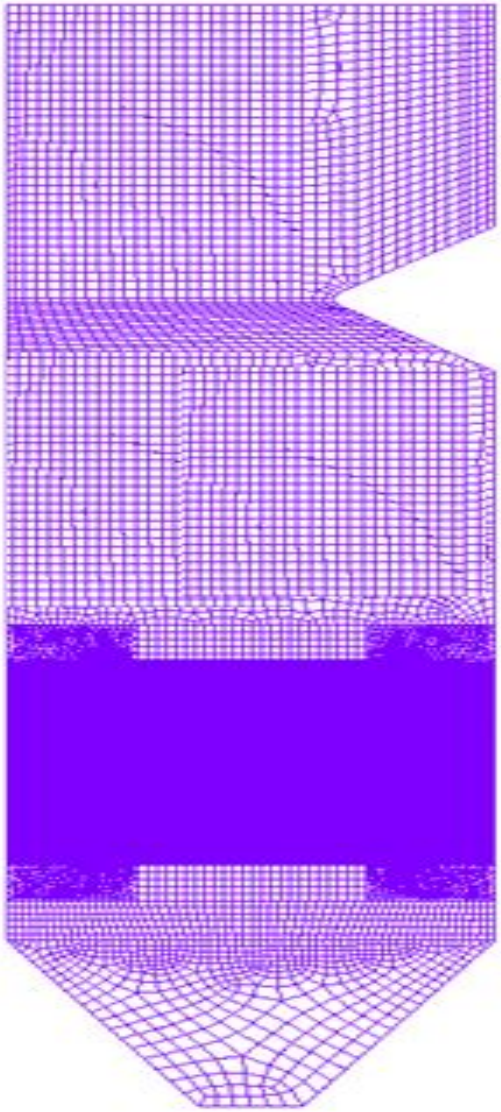
NALCO Mobotec

Projekty zrealizowane w Polsce:

- EdF Wrocław
  - Współspalanie 80 $MW_{biomasa}$ /180 MW_{wegiel}
  - ROFA, Optymalizacja spalania (CFD)
  - System podawania biomasy (pelety, śruta rzepakowa)
  - Rozruch Marzec 2009
- BOT Elektrownia Opole
  - Współspalanie do 30 $MW_{biomasa}$/ 380 MW_{wegiel}
  - NO_x redukcja (180mg/m^3 at 6 % O_2)
  - ROFA, ROTAMIX
  - Rozruch Styczen 2010

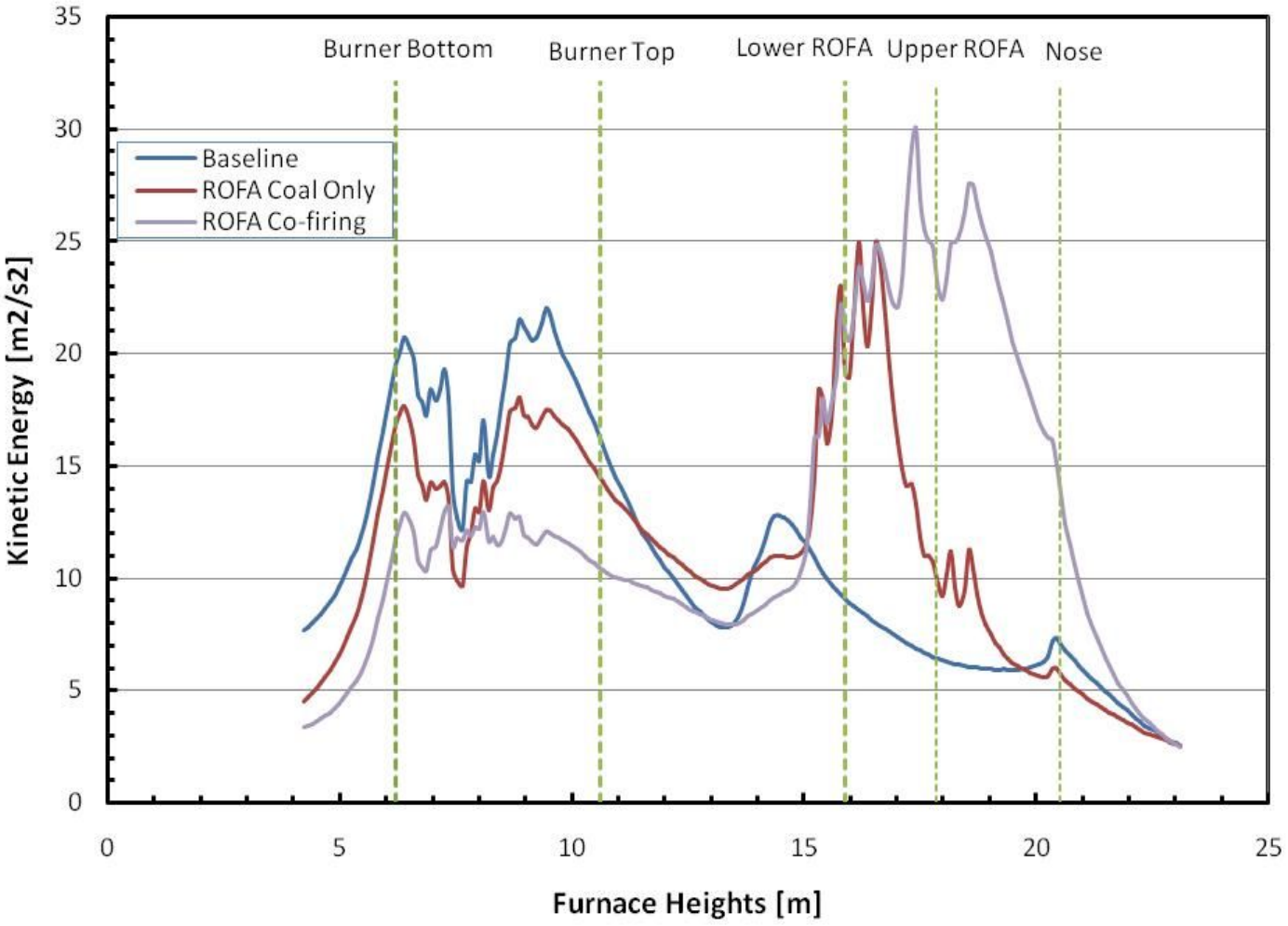
OP 230



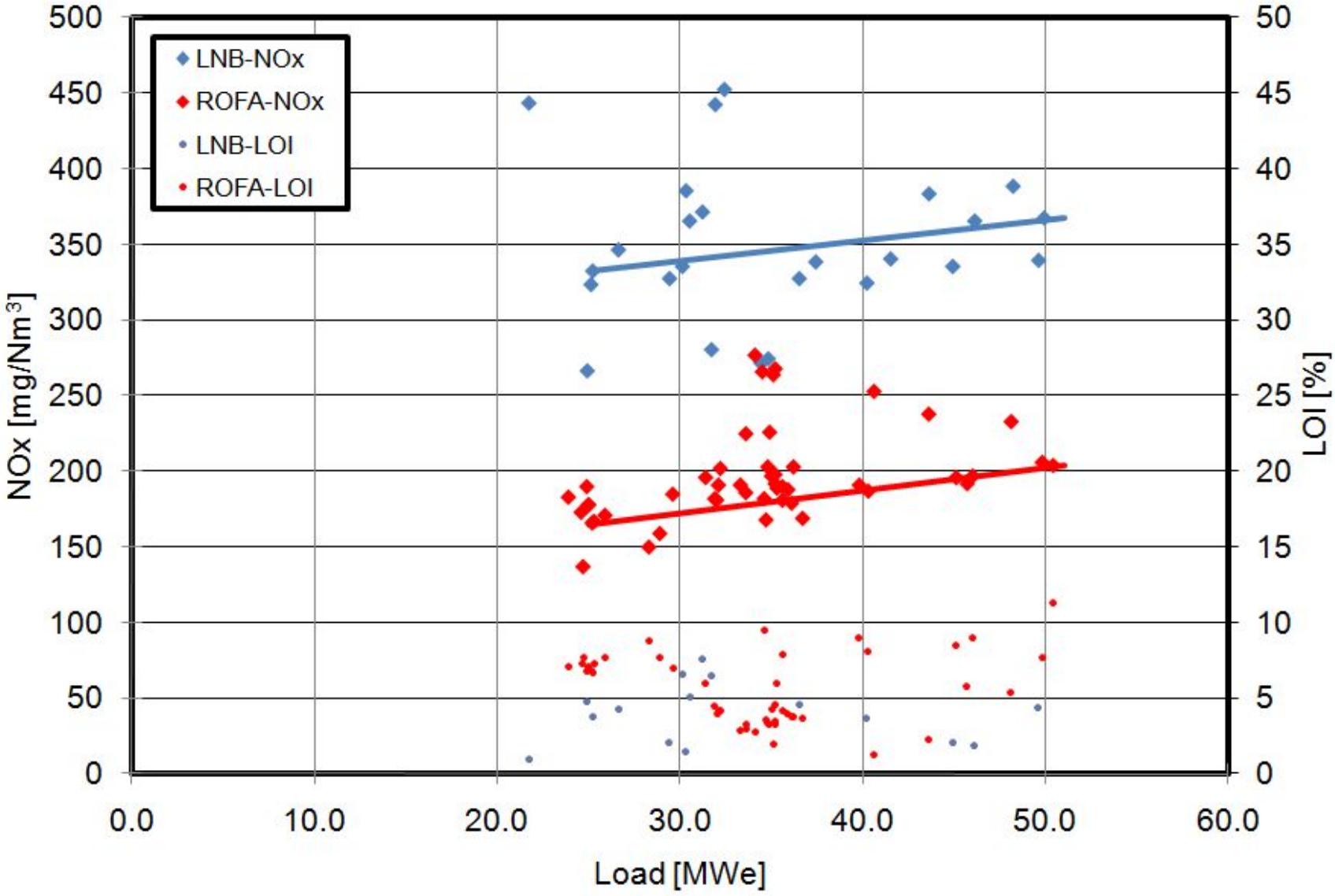


NALCO Mobotec

Energia kinetyczna

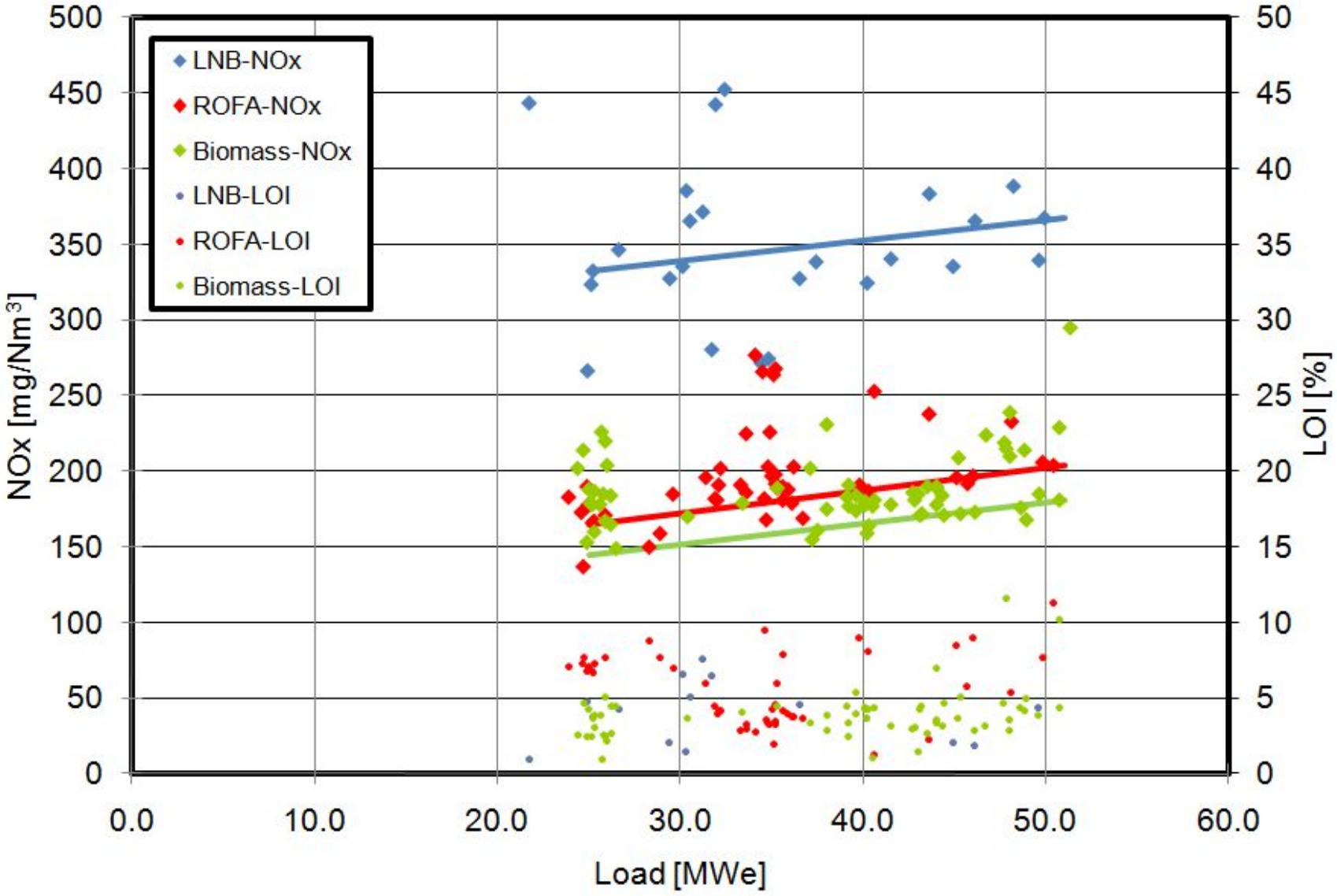


LNB oraz LNB/ROFA



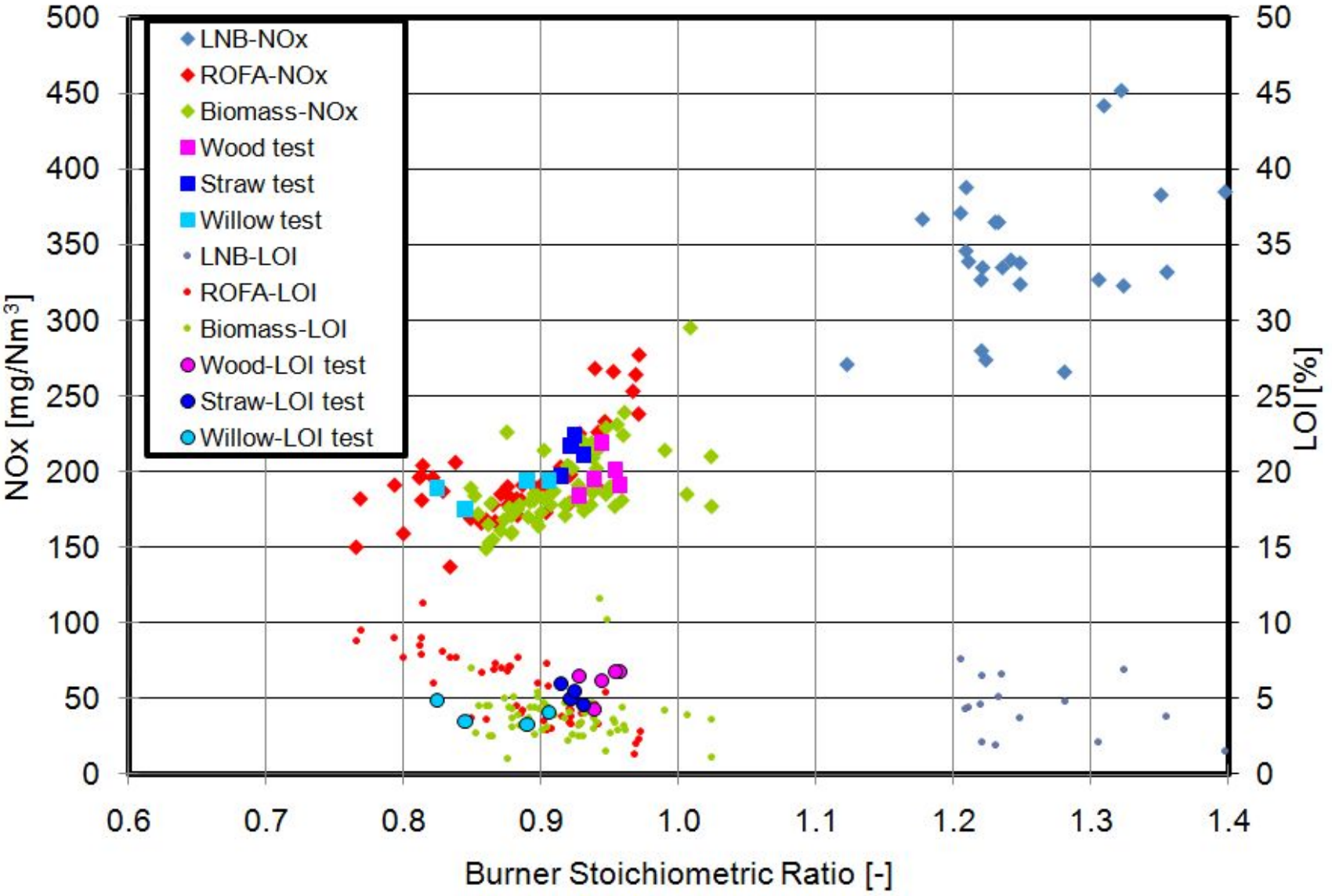
NALCO Mobotec

NOx oraz LOI w funkcji [MWe]



NALCO Mobotec

NOx oraz LOI w funkcji BSR



NALCO Mobotec

Podsumowanie:

1. Zastosowanie systemu ROFA w kotłach pyłowych pozwala na niskoemisyjne współspalanie (100% konwersja) dużych ilości biomasy przy zachowaniu wysokiej sprawności spalania, sprawności oraz dyspozycyjności kotła,

2. Spalanie objętościowe wytworzone za pomocą ROFA zapewnia:
   - możliowść spalania dużych ilości biomasy pochodzenia leśnego, rolniczego czy też upraw energetycznych z zachowaniem wysokiej jakości pracy kotła oraz prametrów pary,
   - razem z ROTAMIX umożliwia eliminację szlakowania oraz korozji przy współspalaniu dużych ilości biomasy.

Dziękuję za uwagę