

XIV Konferencja Naukowo – Techniczna **MODERNIZACJA KOTŁÓW RUSZTOWYCH '17** Szczyrk, październik 26 – 28, 2017

ODZYSK CIEPŁA W KOTŁACH RUSZTOWYCH Z WYKORZYSTANIEM INSTALACJI EWHR
podwyższa efektywność energetyczną kotłowni, obniża emisję CO₂ oraz zapewnia oczyszczanie spalin
Wyniki eksploatacyjne

Dr hab. inż. Piotr **Ostrowski**, prof. Pol. Śl. - prezentacja
Prof. dr hab. inż. Marek **Pronobis**
Dr hab. inż. Sylwester **Kalisz**, prof. Pol. Śl.
Dr inż. Robert **Wejkowski**

Znowelizowane akty prawne

Znowelizowana Ustawa DU poz.831 z dnia 20.05.2016r. wymusza w Zakładach przemysłowych podejmowanie działań podnoszących efektywność energetyczną. Działania należy rozpocząć od wykonania:

audytu energetycznego zgodnie z **PN-EN 16247-3: 2014-06**

w terminie do **30.09.2017**

Wśród przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w art.19 pkt.3c wskazano

modernizację lub wymianę lokalnych ...źródeł ciepła.

Rozporządzenie MŚ. Z 4.11.2014 (DU 2014 poz.1546) wyznacza **nowe standardy emisyjne stężeń**

SO₂, NO_x oraz pyłu w spalinach

dla niektórych rodzajów instalacji,

źródeł spalania paliw oraz

urządzeń spalania,

które obowiązują od **01.01.2016r.**

Wybrane standardy emisyjne

przy zawartości 6% tlenu w spalinach obowiązujące
od 01.01.2016 dla źródeł 5-50MW oddanych do użytku przed 29.03.1990r

SO ₂ , mg/m _u ³	NO _x , mg/m _u ³	Pył, mg/m _u ³
1500	400	100

Kotłownie przemysłowe i komunalne

W zdecydowanej większości zbudowanych w latach ubiegłych kotłów, wykonanych ze stali węglowych, temperatura spalin odprowadzanych do otoczenia utrzymywana jest tradycyjnie w przedziale 130-240°C, z uwagi na ryzyko przechłodzenia spalin poniżej siarkowego punktu rosy.

Ta stosunkowo wysoka temperatura spalin implikuje dużą stratę wylotową, która ograniczają sprawność kotłów gazowych (i olejowych) do ok. 94%, węglowych kotłów pyłowych do 92%, rusztowych do 84% (76%) w odniesieniu do wartości opałowej paliwa.

Opisany stan zachęca do poszukiwania sposobów podwyższenia sprawności kotłowni na drodze obniżenia straty kominowej.

Kotłownie przemysłowe i komunalne

W ostatnich latach w **Zakładzie Kotłów i Wytwornic Pary Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej** wykonano koncepcje i obliczenia bilansowe instalacji odzysku i zagospodarowania ciepła EWHR, głównie dla kotłów przemysłowych opalanych paliwami:

- gazowymi,
 - węglem kamiennym spalonym na ruszcie lub palnikach pyłowych,
 - węglem brunatnym (studyjne opracowanie kotła rusztowego),
- których wybrane przykłady instalacji wdrożonych przedstawiono w poniżej prezentacji.

Wdrożenia instalacji odzysku i zagospodarowania ciepła EWHR (Ecological Waste-Heat Recovery) prowadzi:



SPIN OFF Politechniki Śląskiej

Gazowe kotły parowe

VKK STANDARDKESSEL Kothen GmbH (Niemcy)

zainstalowane w Zakładzie przemysłu spożywczego

**Odzysk i zagospodarowanie
ciepła schłodzenia
poniżej punktu rosy spalin:**

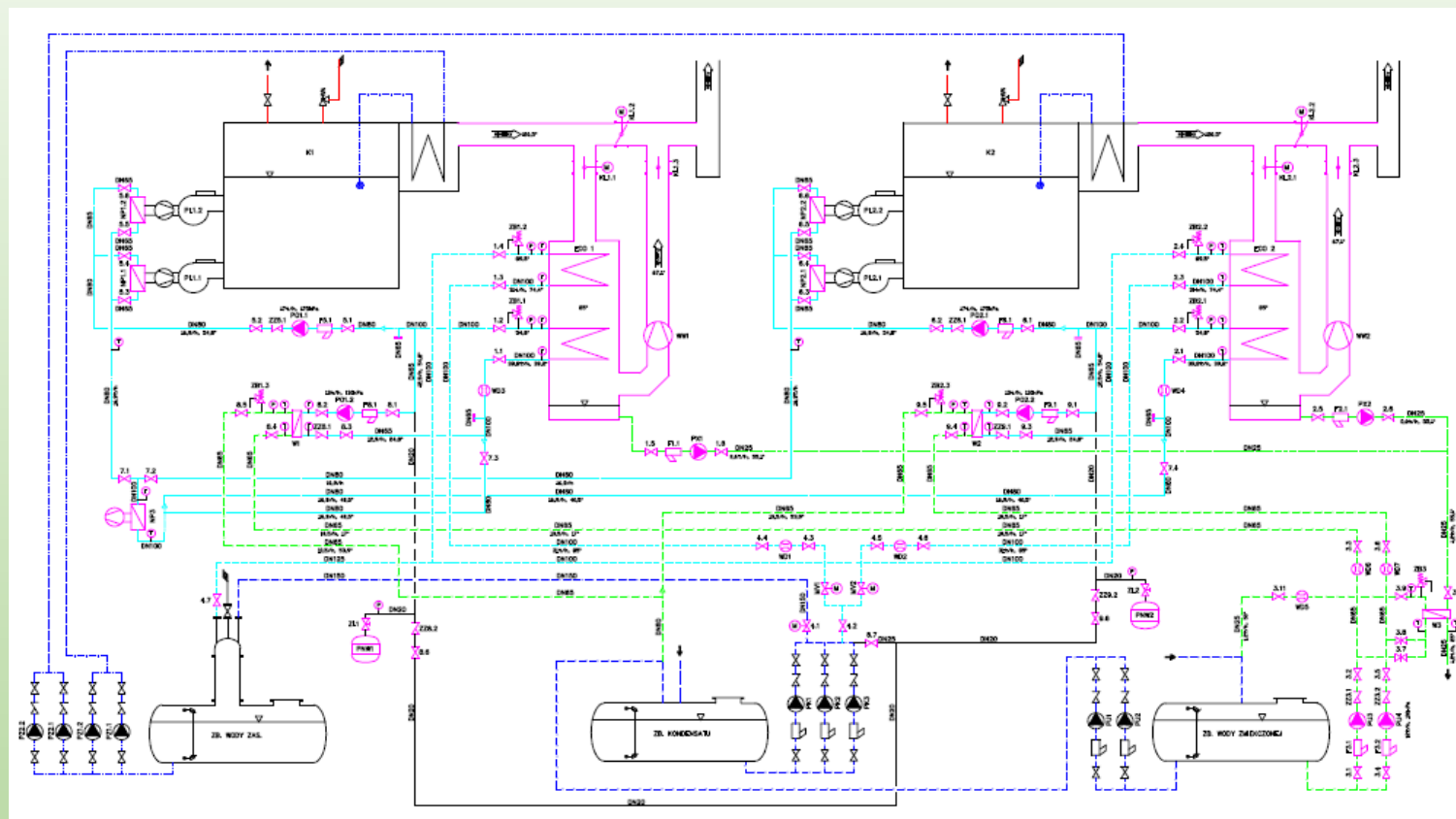


Paliwo	: gaz ziemny
Para nasycona	: 11,4bar a ; 19°C
Wydajność	: 30 t/godz
Moc	: 23,25 MW
Woda DEMI (uzupełnienia)	: 35%

Aplikacja EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h

SCHEMAT TECHNOLOGICZNY



LEGENDA

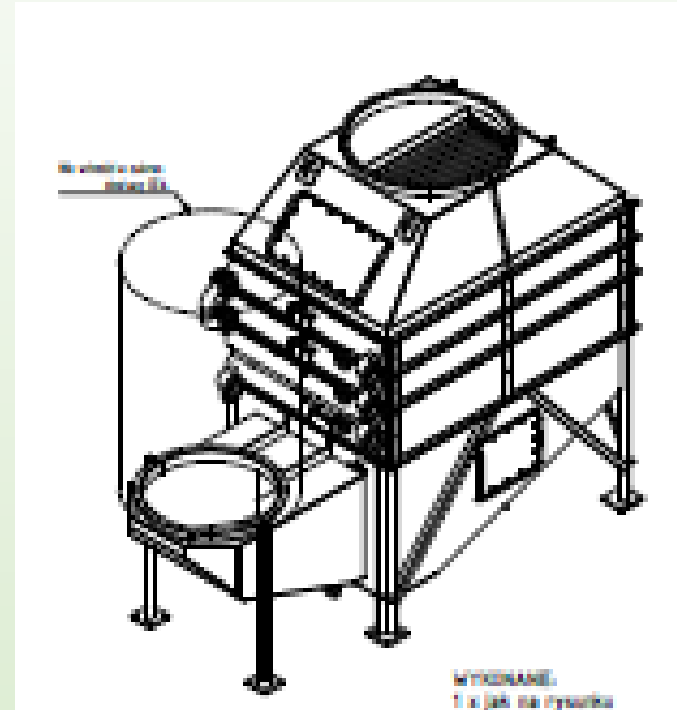
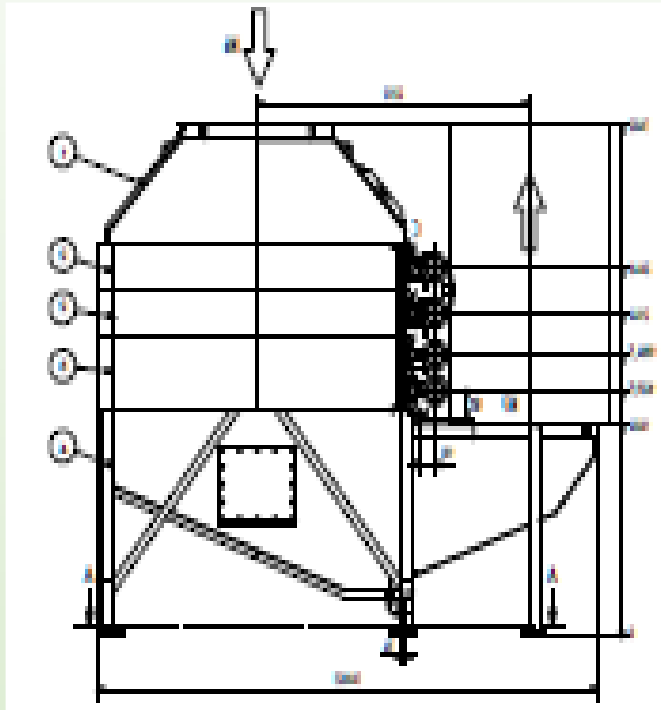
PARA (STĘPIENIOWA)	RUROCIĄŁA Ciepłe
WODA ZIEKONDENSATOWANA	RUROCIĄŁA KWASODOPORNE
KONDENSAT	RUROCIĄŁA STYCZNE
WODA ZASILAJĄCA	ARMATURA I URZĄDZENIA STYCZNE
CEWILINY, SKROPIKI	ARMATURA I URZĄDZENIA PRZECIWNIE
WODA PODCIŚNIONA	
INNE POŁĄCZENIA	

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h
SCHEMAT CIEPLNY DLA 1 KOTŁA



Aplikacja EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h



Zespół wymienników (suchy+mokry) firmy **Kelvion Sp. z o.o. Opole**

Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h



Posadowienie zespołów wymienników odzysku

Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h



Urządzenia zagospodarowania ciepła odzysku

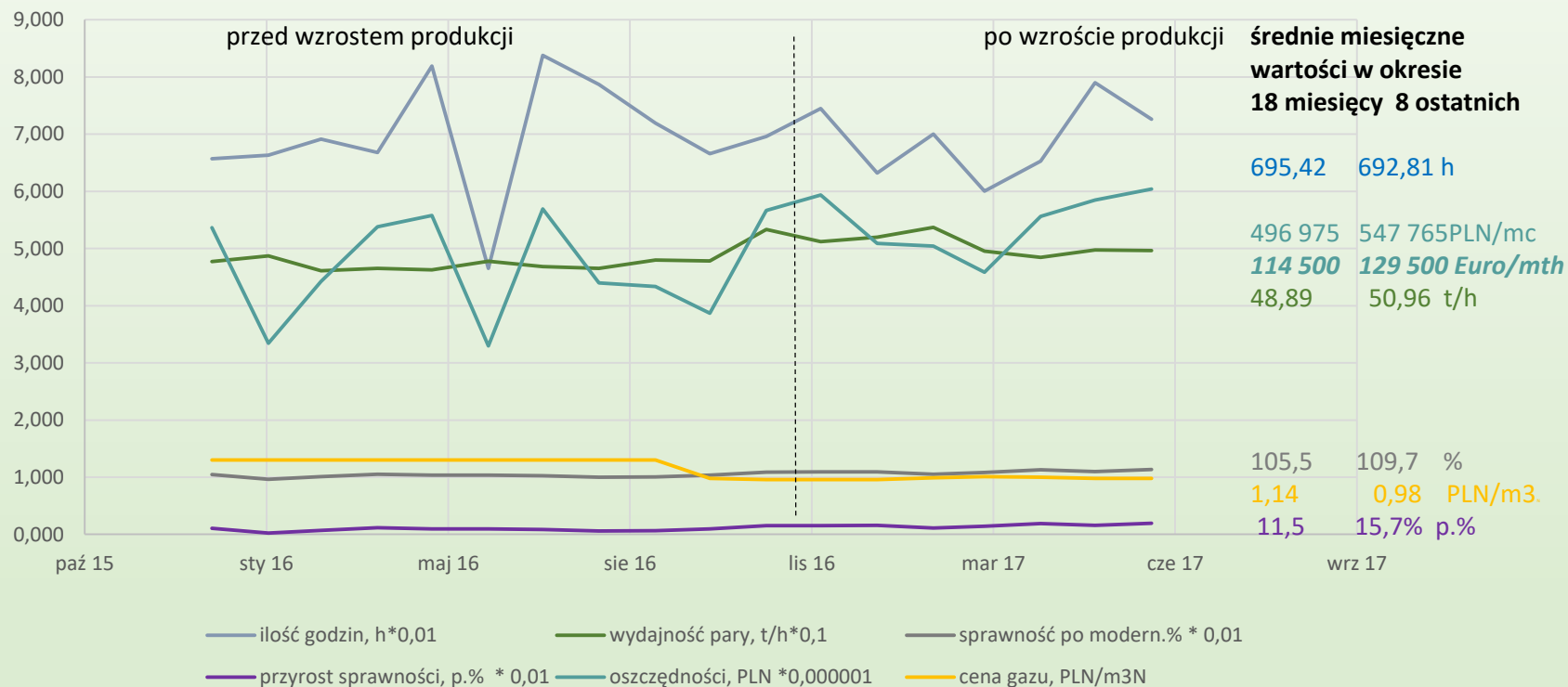
Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h

Wskaźniki wzrostu sprawności wytwarzania pary

w zmodernizowanej kotłowni gazowej 2*30t/h

w ok.miesięcznych okresach sprawozdawczych styczeń 2016 - czerwiec 2017



Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h

Tabela nr 3 E42 – Kotłownia, kocioł nr 1 – data pomiaru 24.06.2016

Rodzaj Zanieczyszczenia	Strumień objętości gazu		Stężenie zanieczyszczeń		Stężenie dopuszczalne	Emisja zmierzona
	m ³ /h*	m ³ /h**	mg/m ³ *	mg/m ³ **	mg/m ³ **	kg/h
Pył	18717	19065	2,42	2,37	5,0	0,04530
SO ₂			0,30	0,30	35,0	0,00561
NO _x			74,05	72,70	150,0	1,38590
CO			2,83	2,79	---	0,05285
CO ₂			224861,45	220759,52	---	42088,58

Tabela nr 1 E42 – Kotłownia, kocioł nr 1 – data pomiaru 27.10.2015

Rodzaj Zanieczyszczenia	Strumień objętości gazu		Stężenie zanieczyszczeń		Stężenie dopuszczalne	Emisja zmierzona
	m ³ /h*	m ³ /h**	mg/m ³ *	mg/m ³ **	mg/m ³ **	kg/h
Pył	17938	18680	1,09	1,05	5,0	0,01960
SO ₂			# 0,00	# 0,00	35,0	0,00000
NO _x			39,22	37,66	150,0	0,70340
CO			9,75	9,37	---	0,17490
CO ₂			216220,48	207627,40	---	3878,45

Tabela nr 4 E43 – Kotłownia, kocioł nr 2 – data pomiaru 24.06.2016

Rodzaj Zanieczyszczenia	Strumień objętości gazu		Stężenie zanieczyszczeń		Stężenie dopuszczalne	Emisja zmierzona
	m ³ /h*	m ³ /h**	mg/m ³ *	mg/m ³ **	mg/m ³ **	kg/h
Pył	17984	17719	1,03	1,04	5,0	0,01840
SO ₂			0,25	0,25	35,0	0,00440
NO _x			69,43	70,50	150,0	1,24865
CO			7,29	7,41	---	0,13115
CO ₂			218969,88	222335,64	---	3937,84

Tabela nr 3 E43 – Kotłownia, kocioł nr 2 – data pomiaru 27.10.2015

Rodzaj Zanieczyszczenia	Strumień objętości gazu		Stężenie zanieczyszczeń		Stężenie dopuszczalne	Emisja zmierzona
	m ³ /h*	m ³ /h**	mg/m ³ *	mg/m ³ **	mg/m ³ **	kg/h
Pył	17821	18436	1,15	1,11	5,0	0,02040
SO ₂			# 0,00	# 0,00	35,0	0,00000
NO _x			37,94	36,67	150,0	0,67660
CO			13,65	13,20	---	0,24325
CO ₂			216220,48	209019,55	---	3853,48

Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h

Punkt/miejsce pobrania próbki				Wykropliny ze spalin kotła gazowego
Numer identyfikacyjny próbki				
Oznakowanie próbki przez Klienta				-
Data rozpoczęcia- data zakończenia badań				12-15.04.2016
L.p.	Parametr/Nazwa oznaczenia	Jednostka	Zakres metody	WYNIKI
1	Parametry fizyczne i organoleptyczne			
1	Mętność PN-EN ISO 7027 : 2003	NTU	0,2-100	<0,2
2	pH PN-EN ISO 10523:2012	pH	2-12	4,1 ± 0,1*
3	Przewodność el. właściwa w 25°C PN-EN 27888 : 1999	µS/cm	10-19999	42 ± 2*
2	Parametry chemiczne			
1	Stężenie żelaza PN-EN ISO 15586 : 2005	mg/l Fe	0,0015-1,5	0,053 B
2	Stężenie manganu PN-EN ISO 15586 : 2005	mg/l Mn	0,0015-1,5	0,0108 ± 0,006*
3	Twardość ogólna PN-ISO 6059:1999	mg/l CaCO ₃	5-10000	<5 (4,7) ¹
4	Stężenie wapnia PN-ISO 6058:1999	mg/l Ca	2-1000	<2 (1,37) ¹
5	Stężenie magnezu PN-C 04554-4:1999 zał. A	mg/l Mg	-	0,32
6	Stężenie chlorków PN-ISO 9297:1994	mg/l Cl	5-4000	<5 (0,89) ¹
7	Zasadowość ogólna PN-EN ISO 9963-1:2001+ Ap 1:2004	mmol/l	0,4-20	<0,4 (0,06) ¹
8	Stężenie wodorowęglanów PN-EN ISO 9963-1:2001+ Ap1:2004, zał.A	mg/l HCO ₃ ⁻	-	3,0
9	Twardość węglanowa PN-EN ISO 9963-1:2001+ Ap1:2004, zał.A	mg/l CaCO ₃	-	3,66
10	Kwasowość ogólna PN-EN ISO 9963-1:2001+Ap1:2004	mmol/l	-	<1 (0,065) ¹
11	Stężenie siarczanów PN-ISO 9280:2002	mg/l SO ₄	10-5000	<10 (1,23) ¹
12	Sucha pozostałość PB-5.4-01/17 wyd.04 z dnia 02.01.14r	mg/l	10-5000	28 ± 2*

Wdrożenie EWHR

dla gazowych kotłów parowych 2x30 t/h

PODSUMOWANIE

wyników badań eksploatacyjnych kotłowni wyposażonej w gazowe kotły parowe o wydajności 2x 30t/h, pracującej z obciążeniem > 92% przez ok.8400 h/roku

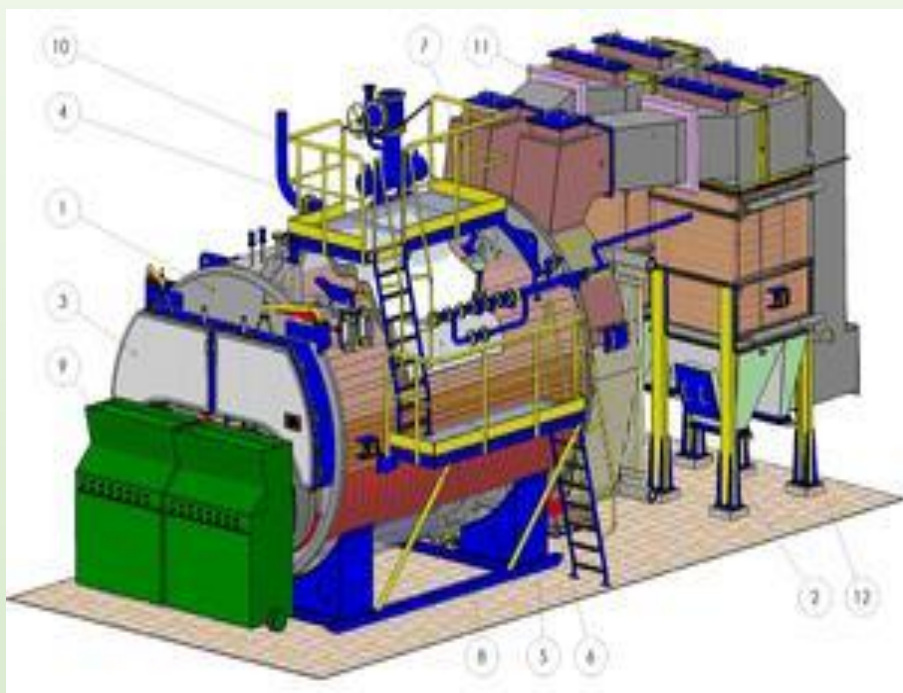
(podane przedziały wartości wskaźników eksploatacyjnych wynikają z okresu sprawozdawczego: 18 miesięcy i 8 ostatnich miesięcy):

- * średni **wzrost sprawności** wytwarzania pary wynosi od **9,90** do **14,32 p.%** i jest równy **obniżeniu zużycia gazu ziemnego**, a także **obniżeniu emisji CO₂**,
- średnie obniżenie kosztów eksploatacji (zakupy paliwa) o wynosi **481 500** do **543 750 zł/miesiąc**
- * prosty zwrot nakładów inwestycyjnych wynosi ok. **6 do 7 miesięcy**.
- * skropliny pary wodnej w strumieniu 10 100 m³/rok utrzymane są **w normach wody przemysłowej** i są zawracane do stacji uzdatniania wody kotłowej,
- * niezależny raport LZO potwierdza **utrzymanie norm emisji** dla spalin z gazu ziemnego.

Aplikacja EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

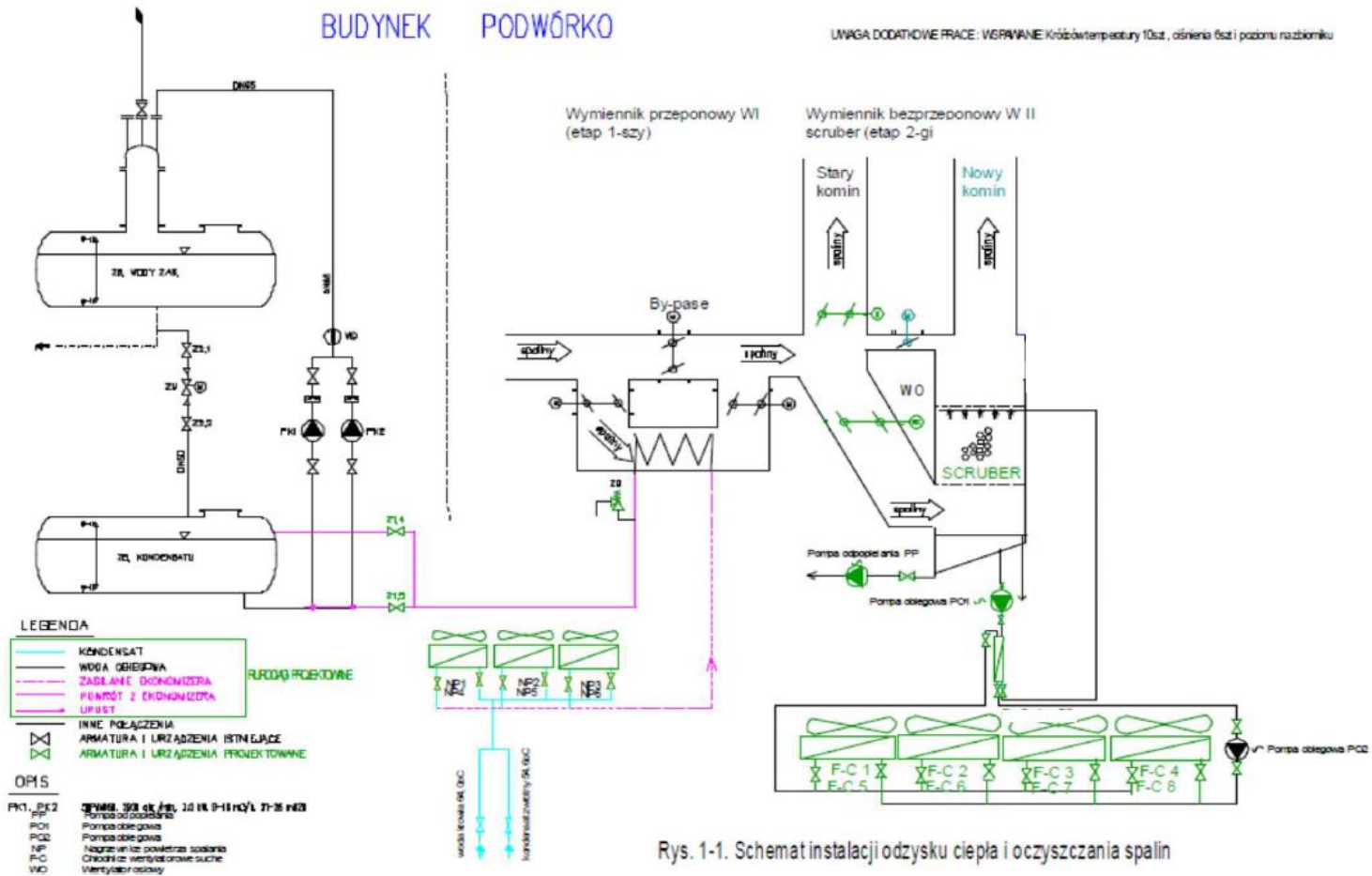
Kotłownia parowa w zakładach przemysłu spożywczego wyposażona jest w 5 kotłów parowych ERm-3 SEFAKO



Paliwo : węgiel kamienny
Para nasycona : 12,0 bar 188°C
Wydajność nom. : 3,0 t/h
Moc nom. : 2,32 MW
Woda DEMI : 5%
(uzupełnienia)

Aplikacja EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 2 x 3 t/h

Wyniki eksploatacyjne uzyskano w trakcie testów przeprowadzanych w okresie **zimowym** podczas pracy 2-ch kotłów obciążonych w 50%,

- okres zimowy sprzyja intensyfikacji odbioru mocy cieplnej

Moc kotła		1503	kW		
Ilość kotłów	2	3006	kW		
Moc odzyskana		Moc przekazana			
Schłodzenie					
suche, kW	mokre, kW	łącznie,kW	suche, kW	mokre, kW	łącznie,kW
166,6	167,5	334,1	164,9	165,8	330,8
		11,11%	11,00%		

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 2 x 3 t/h

Oszacowanie prostego okresu zwrotu nakładów

(wskaźnik bieżący obliczony dla kotłowni przy pracy 2-ch (z 5-ciu) kotłów obciążonych w 50%)

1	Moc kotła	MW	3,00
2	Obciążenie kotła	50% MW	1,50
3	Moc przejęta ze spalin za kotłem	MW	0,1654
4	Ilość kotłów	szt	2
5	Ilość godzin pracy/rok	h	8200
6	Ilość energii odzyskanej/rok	MWh	2712,6
7	Cena jednostkowa energii wytworzonej (para)	PLN/MWh	95,00
8	Przychody z eksploatacji/rok	PLN	257693
9	Koszt wytworzenia instalacji przejęcia ciepła	PLN	636 000
10	Prosty okres zwrotu	lata	2,47

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

Wyniki eksploatacyjne uzyskano w trakcie testów przeprowadzanych w okresie **letnim** podczas pracy 3-ch kotłów obciążonych w 42%,
- okres letni nie sprzyja intensyfikacji odbioru mocy cieplnej

Moc kotła		1280		kW			
Ilość kotłów	3	3840		kW			
Moc odzyskana				Moc przekazana			
Schłodzenie							
suche, kW	mokre, kW	Łącznie, kW		suche, kW	mokre, kW	Łącznie,kW	
108,5	176,5	285,0		108,5	164,3	272,8	
		7,42%				7,10%	

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

Oszacowanie prostego okresu zwrotu nakładów

(wskaźnik bieżący obliczony dla kotłowni przy pracy 3-ch (z 5-ciu) kotłów obciążonych w 42%)

1	Moc kotła	MW	3,00
2	Obciążenie kotła	42% MW	1,28
3	Moc przejęta ze spalin za kotłem	MW	0,091
4	Ilość kotłów	szt	3
5	Ilość godzin pracy/rok	h	8200
6	Ilość energii odzyskanej/rok	MWh	2 238,60
7	Cena jednostkowa energii wytworzonej (para)	PLN/MWh	95,00
8	Przychody z eksploatacji/rok	PLN	212 667
9	Koszt wytworzenia instalacji przejęcia ciepła	PLN	636 000
10	Prosty okres zwrotu	lata	3,0

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

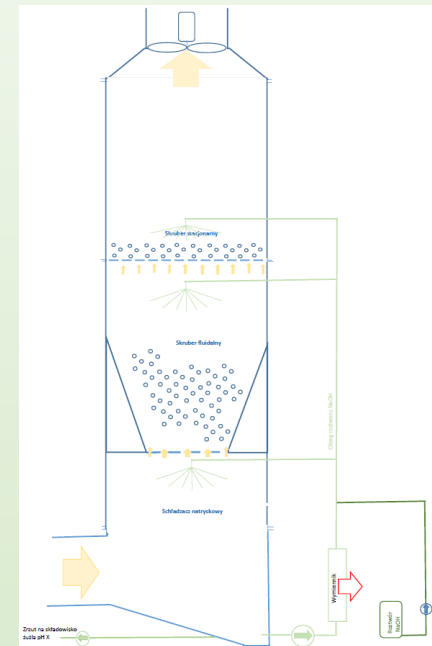
Wyniki pomiarów emisji pyłów i składników gazowych spalin w reaktorze ze skrubierem fluidalnym i ze stałym złożem zraszany wodnym roztworem NaOH

Tabela. 1 Emisor E42 kocioł 1+2+3

data: 29.06.2017

miejsce pomiaru względem instalacji odzysku	Stężenia średnie przeliczone na warunki umowne [O ₂]=6%				
	[NO], mg/m ³ u	[NO ₂], mg/m ³ u	[SO ₂], mg/m ³ u	pył, mg/m ³ u	O ₂ %
przed	261,8	401,4	1313,0	205,2	6
po	254,4	390,2 ₂₎	98,33	48 ₁₎	6
redukcja emisji	ΔCO	ΔNO ₂	ΔSO ₂	Δpył	
	7,4	11,2	1214,7	157,2	
	1,65%	2,79%	92,51%	76,67%	

- 1) Planujemy obniżenie emisji pyłu poniżej 20mg/m³u
- 2) Dysponujemy wdrożoną metodą obniżenia emisji NO_x o ok.50%



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

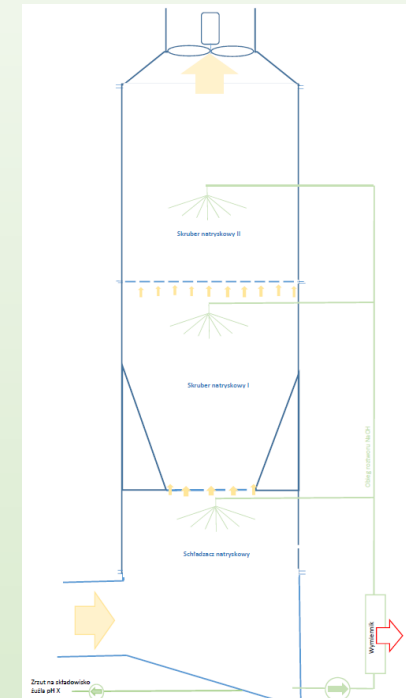
Wyniki pomiarów emisji pyłów i składników gazowych spalin w reaktorze ze skruberami natryskowymi zraszany wodą

Tabela. 1 Emitor E42 kocioł 1+2+3

data: 05.04.2017

miejsce pomiaru względem instalacji odzysku	Stężenia średnie przeliczone na warunki umowne [O ₂]=6%				
	[NO], mg/m ³ u	[NO ₂], mg/m ³ u	[SO ₂], mg/m ³ u	pył, mg/m ³ u	O ₂ %
przed	396,8	430,2	1149,2	164,85	6
po	391,4	400,0 ₂₎	911,9	63,54 ₁₎	6
redukcja emisji	ΔCO	ΔNO ₂	ΔSO ₂	Δpył	
	5,4	30,2	237,3	131,31	
	1,36%	7,02%	20,65%	79,65%	

- 1) Planujemy obniżenie emisji pyłu poniżej 20mg/m³u
- 2) Dysponujemy wdrożoną metodą obniżenia emisji NO_x o ok.50%



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

Kolejne etapy modernizacji

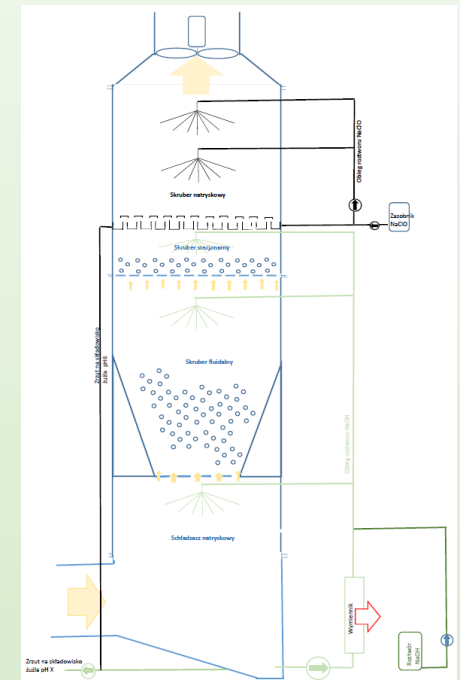
- osiągnięcie rozwiniętej fluidyzacji na drodze regulacji procesu spalania
- dozowania roztworu utleniacza (NaClO)

Tabela. 1 Emitor E42 kocioł 1+2+3

data: plan 2017

miejsce pomiaru względem instalacji odzysku	Stężenia średnie przeliczone na warunki umowne $[\text{O}_2]=6\%$				
	$[\text{NO}]$, mg/m ³ _u	$[\text{NO}_2]$, mg/m ³ _u	$[\text{SO}_2]$, mg/m ³ _u	pył, mg/m ³ _u	$\text{O}_2\%$
przed		401,4	1313,0	205,2	6
po		180,6 ²⁾	40,00	< 20 ¹⁾	6
redukcja emisji	ΔCO	ΔNO_2	ΔSO_2	$\Delta\text{pył}$	
		220,8	1273,0	185,2	
	1,65%	55%	97%	90,00%	

- Obniżenie emisji pyłu poniżej 20mg/m³_u
- Obniżenie emisji NO_x o ok.50%



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

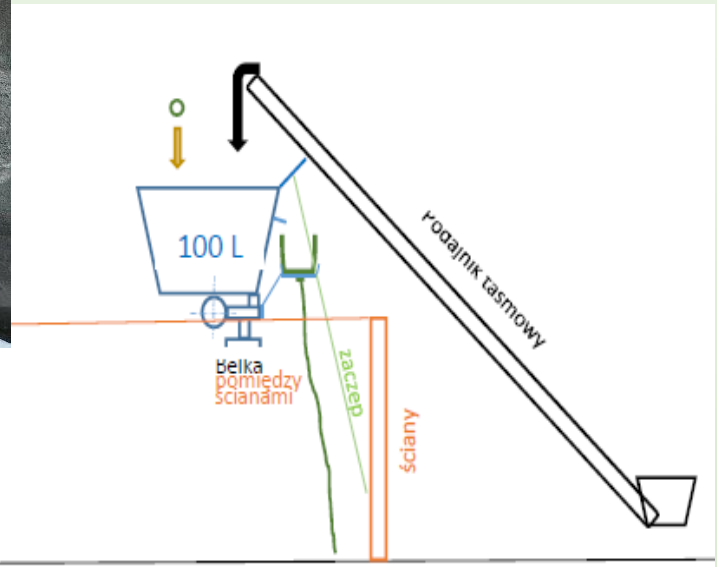
RAPORT z BADAŃ Nr 0033/2017/3/1					
Punkt pobierania próbki					skruber_12.09.2017_stężom
Numer identyfikacyjny próbki					0033/2017/3/1/2
Oznakowanie próbki przez Klienta					próbka wody technologicznej
Data rozpoczęcia - Data zakończenia				13-09-2017 - 18-09-2017	
L.p.	Parametr/Nazwa oznaczenia	Jednostka	Zakres metody	WYNIKI	
1	pH PN-EN ISO 10523:2012	-	2.0-12.0		7.7 ± 0.3
2	Chlorki PN-EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	mg/l Cl	1-5000		3251 ± 488
3	Siarczany PN-EN ISO 10304-1:2009/AC:2012	mg/l SO4	1-5000		15134 B
4	Sucha pozostałość PB-5.4-01/17 wyd. nr 05 z dn. 01.03.2016r.	mg/l	10-5000		25560 B
5	Kwasowość PN-EN ISO 9963-1:2001 +Ap1:2004 B	mg/l	-		0.25
6	Substancje rozpuszczone PB-5.4-01/17 wyd. nr 05 z dn. 01.03.2016r.	mg/l	10-5000		28020 B
7	Zasadowość ogólna PN-EN ISO 9963-1:2001 +Ap1:2004	mmol/l	0.4-20		9.92 ± 0.99
8	Sód PN-ISO 9964-1:1994 +Ak:1997	mg/l Na	2.0-200		9890 B
9	Żelazo PN-EN ISO 15586:2005	mg/l Fe	0.0015-1.5		24.2 B
10	Wapń (AAS) PN-EN ISO 7980:2002 B	mg/l Ca	-		102
11	Magnez (AAS) PN-EN ISO 7980:2002 B	mg/l Mg	-		45.5
12	Przewodność elektryczna właściwa PN-EN 27888:1999 B	uS/cm	-		3185

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h



Zasadowość kondensatu
spływającego „na żużel”
filtracyjny wynosi: $\text{pH}=7,7$



Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

PODSUMOWANIE

badań rozruchowych kotłowni wyposażonej w rusztowe kotły parowe o wydajności 2x 3t/h opalane węglem kamiennym, pracującej z obciążeniem > 51% przez ok.8200 h/roku
(wartości wskaźników eksploatacyjnych podano dla krótkookresowych badań rozruchowych):

- sezonowo zmienny wzrost sprawności wytwarzania pary wynosi **7,42%** do **11,11%** (i jest równy obniżeniu zużycia węgla, a także obniżeniu emisji CO₂),
- sezonowo zmienne obniżenie kosztów eksploatacji (zakupy paliwa) o wynosi **212 667 zł/rok** do **257 700 zł/rok**
- prosty zwrot nakładów inwestycyjnych wynosi ok. **3,0** do **2,5 roku**.
- strumień odcieku z reaktorów ok.2 500 m³/rok o odczynie pH=7,7 jest filtrowany na zasadowym złożu utworzonym przez strumień żużla kotłowego i odprowadzany jest w strumieniu ścieków przemysłowych,
- pomiary kontrolne składowych emisji spalin (odpowiednik LZO) potwierdzają utrzymanie norm emisji dla spalin z węgla kamiennego.

Wdrożenie EWHR

dla węglowych kotłów parowych 3 x 3 t/h

Główne zalety instalacji ekologicznego odzysku i zagospodarowania ciepła EWHR spalin kotłowych

Instalacje odzysku i zagospodarowania ciepła **nie pogarszają warunków działania** instalacji kotłowej a charakteryzują się tym, że:

- Odzyskane ciepło (wraz z entalpią skraplania) jest **wykorzystywane w urządzeniach przykotłowych** oraz **do celów grzewczych** (CO lub CWU)
- następuje **zwiększenie sprawności** kotłowni do **10 p.%** a więc zapewnia **obniżenie zużycia paliwa i emisji CO₂**.
- Instalacja **EWHR** wypełnia zadanie mokrego **usuwania gazów (SO₂, Cl₂,...)** i **popiołu ze spalin**.
- W energetycznych kotłach przemysłowych i komunalnych z instalacją SNCR pozwalają na odzyskanie utraty sprawności związanej z doprowadzeniem wodnego roztworu reagenta i jego odparowaniem.

Odzyskanie do **10 p.% mocy cieplnej, strumienia skroplin** (wody) oraz **obniżenie zużycia paliw i emisji** gazowej i pyłowej jest główną **zaletą EWHR**.

Aplikacje EWHR

Aplikacje EWHR ekologicznego odzysku i zagospodarowania ciepła spalin kotłowych zapewniające oczyszczanie spalin z pyłów i SO₂ oraz obniżenie emisji CO₂ oparte są o:

- własne patenty: **PL 217784 PL 216645 PL223565**
- własne zgłoszenia patent.: **P.414095 P.418417 P.419635 P.422032 P.422129**

i realizowane przez



Spin Off Polit. Śląskiej



AKiP



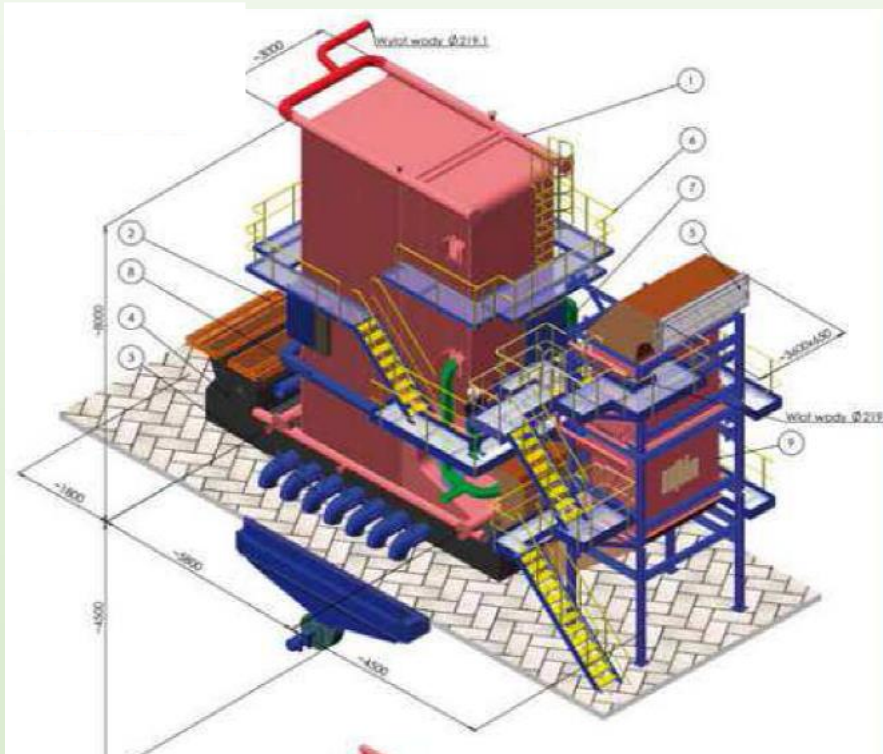
wymienniki ciepła

Dziękuję za uwagę

Aplikacje EWHR

ANEKS - STUDYJNE PRACE PRZEDPROJEKTOWE

Koncepcja EWHR dla węglowych kotłów wodnorurowych WR25 zainstalowanych w Ciepłowni Miejskiej



Paliwo	: węgiel kamienny
Moc nominalna	: 25 MW
Woda wylot/wlot	: 150 / 70°C
Woda grzewcza	: 130 / 70°C
Ciśnienie	: 16 bar

Aplikacje EWHR

ANEKS - STUDYJNE PRACE PRZEDPROJEKTOWE WĘGLOWE KOTŁY WODNORUROWE WR-25

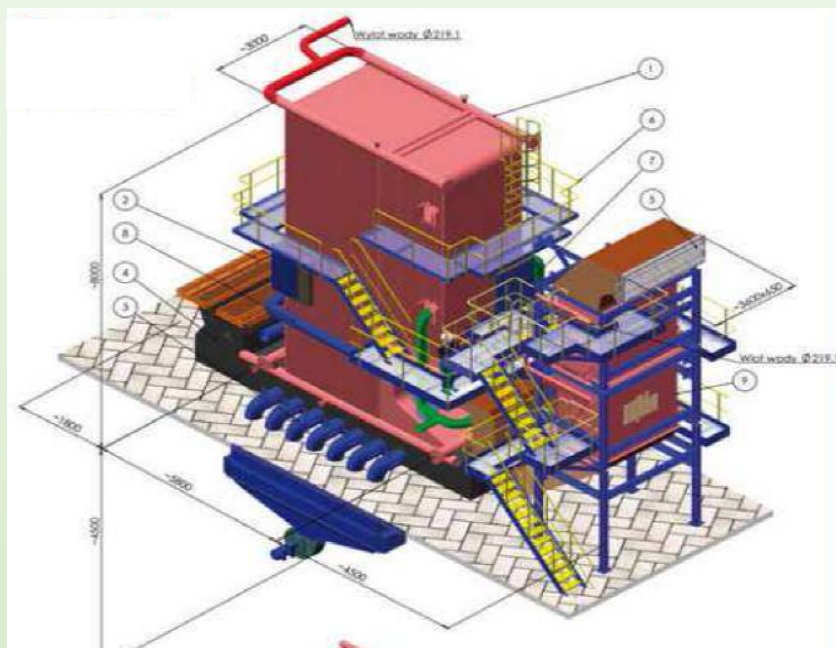
Zagospodarowanie	LATO)		JESIEŃ WIOSNA		ZIMA		CAŁY ROK	
	(tot<21oC		tot ~10oC		tot<0oC			
	N, kW	%	N, kW	%	N, kW	%	N, kW	%
Podgrzewacz przeponowy WI	1 321,08	5,28%	1321,08	5,28%	1321,08	5,28%	1321,08	5,28%
Schładzacz skroplin	7,70	0,03%	7,70	0,03%	7,70	0,03%	7,70	0,03%
Suma=	1 328,78	5,32%	1328,78	5,32%	1328,78	5,32%	1328,78	5,32%
Nagrzewnica powietrza bytowego	143,62	0,57%	478,72	1,91%	957,44	3,83%	0,00	0,00%
Nagrzewnica powietrza spalania	468,36	1,87%	468,36	1,87%	468,36	1,87%	468,36	1,87%
Pompa ciepła	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	957,44	3,83%
Suma=	611,98	2,45%	947,08	3,79%	1425,80	5,70%	1425,80	5,70%
Łącznie=	1 940,8	7,76%	2275,9	9,10%	2754,59	11,02%	2 754,59	11,02%

Instalacja WHR zapewnia usuwanie lotnego popiołu i SO₂ (w środowisku alkalicznym NaOH), a usuwanie NO_x zapewniamy w systemie FJBS (wtrysk mocznika) do spalin.

Konceptcja EWHR

ANEKS - STUDYJNE PRACE PRZEDPROJEKTOWE

Konceptcja EWHR dla węglowego kotła wodnorurowego WM32 projektowanego dla Ciepłowni Miejskiej



Paliwo	: węgiel brunatny
Moc nominalna	: 32 MW
Woda wylot/wlot	: 150 / 70°C
Woda grzewcza	: 130 / 70°C
Ciśnienie	: 16 bar

Koncepcja EWHR

ANEKS - STUDYJNE PRACE PRZEDPROJEKTOWE
WĘGLOWE KOTŁY WODNORUROWE WM-32

Zagospodarowanie	LATO)		JESIEŃ WIOSNA		ZIMA		CAŁY ROK	
	(tot<21oC		tot ~10oC		tot<0oC			
	N, kW	%	N, kW	%	N, kW	%	N, kW	%
Podgrzewacz przeponowy WI	1 827,70	5,71%	1827,70	5,71%	1827,70	5,71%	1827,70	5,71%
Schładzacz skroplin	224,51	0,70%	224,51	0,70%	224,51	0,70%	224,51	0,70%
Suma=	2 052,21	6,41%	2052,21	6,41%	2052,21	6,41%	2052,21	6,41%
Nagrzewnica powietrza bytowego	820,97	2,57%	2736,57	8,55%	5473,14	17,10%	0,00	0,00%
Nagrzewnica powietrza spalania	585,67	1,83%	585,67	1,83%	585,67	1,83%	585,67	1,83%
Pompa ciepła	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	5 473,14	17,10%
Suma=	1 406,64	4,40%	3322,23	10,38%	6058,80	18,93%	6058,80	18,93%
Łącznie=	3 458,9	10,81%	5374,4	16,79%	8111,02	25,35%	8 111,02	25,35%