



**INSTYTUT CHEMICZNEJ
PRZERÓBKI WĘGLA**



**Konferencja „Ekologiczna Gmina.
Ogrzewamy z głową”
Katowice, 22 kwietnia 2016 r.**

**Nie taki węgiel straszny jak go malują
Omówienie właściwości ogrzewania paliwami stałymi
(nie tylko węglem). Wady i zalety każdego z paliw**

Katarzyna Matuszek

Zawartość prezentacji :

1. O Instytucie
2. Ogólnie o spalaniu

NISKA EMISJA

3. Paliwa stałe
4. Nowoczesne kotły c.o. zasilane paliwami stałymi
5. Możliwości poprawy emisji zanieczyszczeń z kotłów c.o. z ręcznym zasypem paliwa



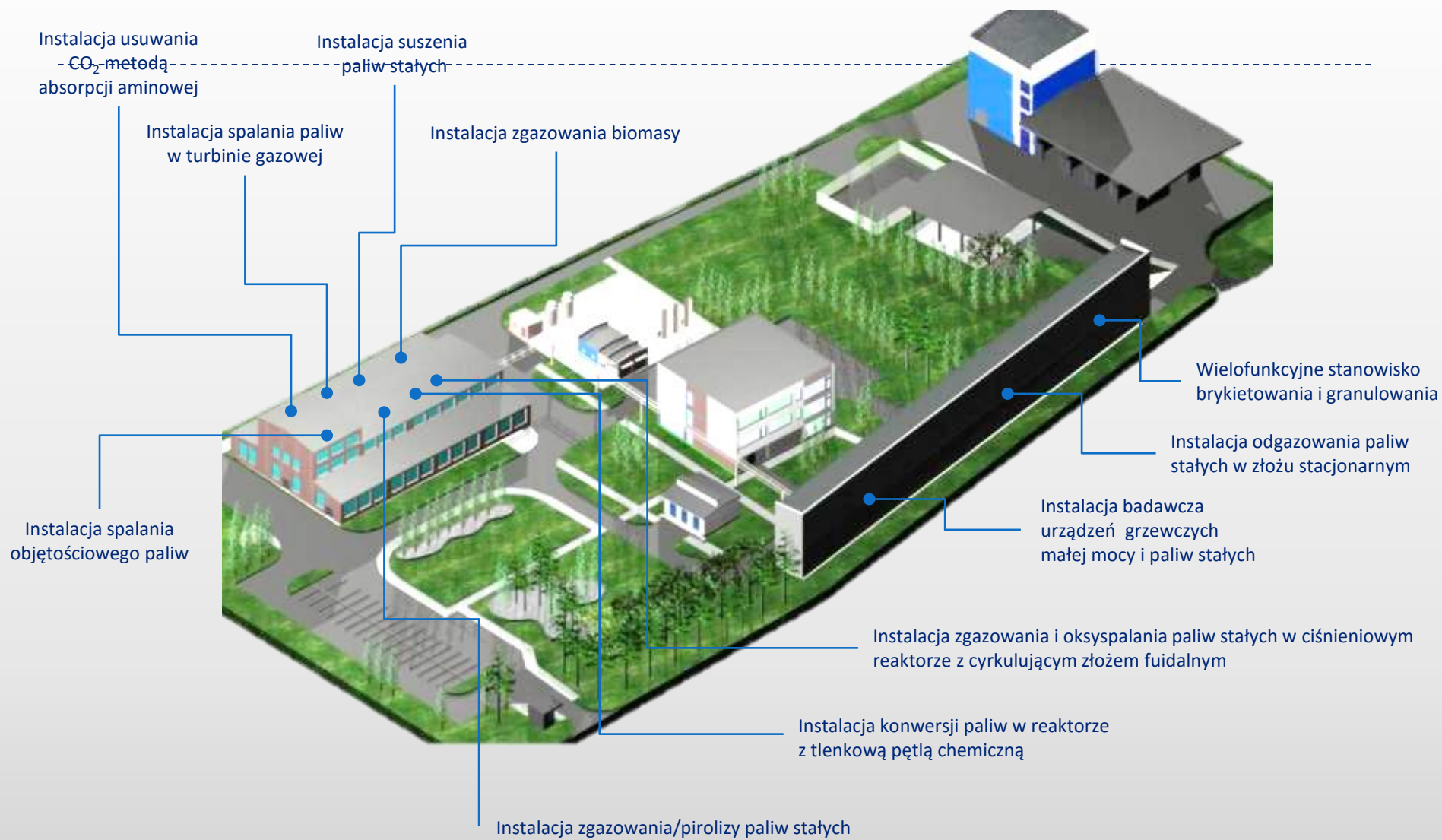
Zespół Laboratoriów IChPW od 1996 r.
posiada Certyfikat Akredytacji Nr AB 081
potwierdzający spełnienie wymagań
normy **PN-EN ISO/IEC 17025:2005**.



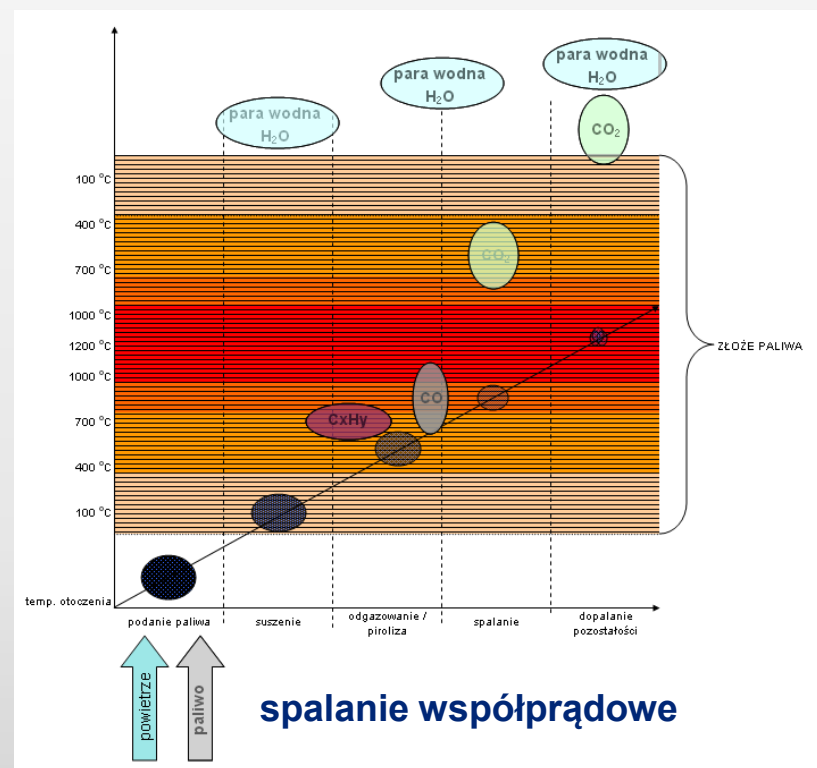
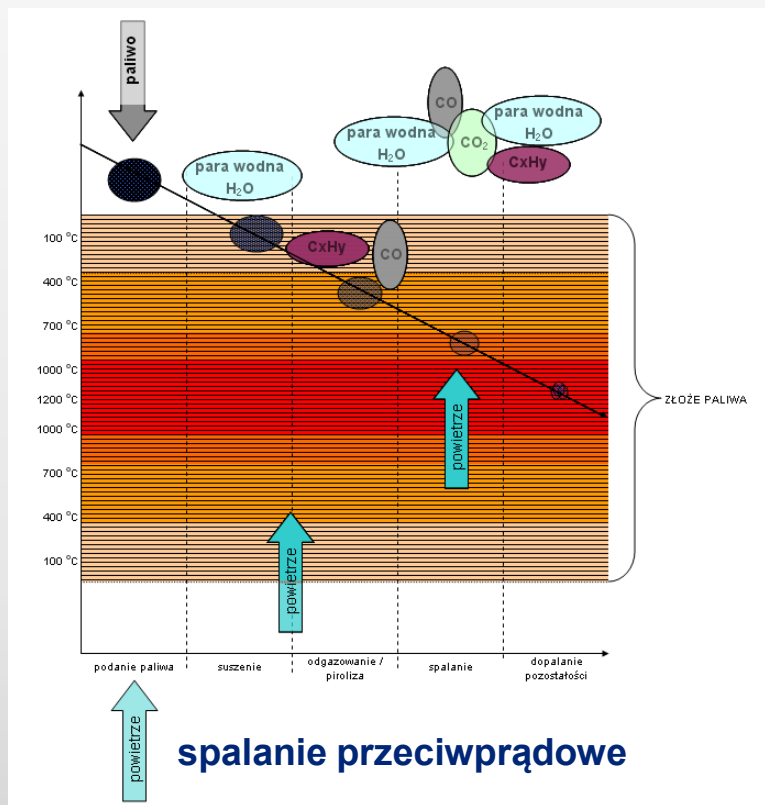
- **LABORATORIUM PALIW I WĘGLI AKTYWNYCH**
92 akredytowane metody badawcze
- **LABORATORIUM GAZÓW PRZEMYSŁOWYCH I PRODUKTÓW WĘGLOPOCHODNYCH**
32 akredytowane metody badawcze
- **LABORATORIUM TECHNOLOGII SPALANIA I ENERGETYKI**
12 akredytowanych metod badawczych
- **LABORATORIUM TECHNOLOGII KOKSOWNICZYCH**
12 akredytowanych metod badawczych

**Rocznie Zespół Laboratoriów wykonuje
około 30 000 różnych analiz badając około 3000 próbek.**



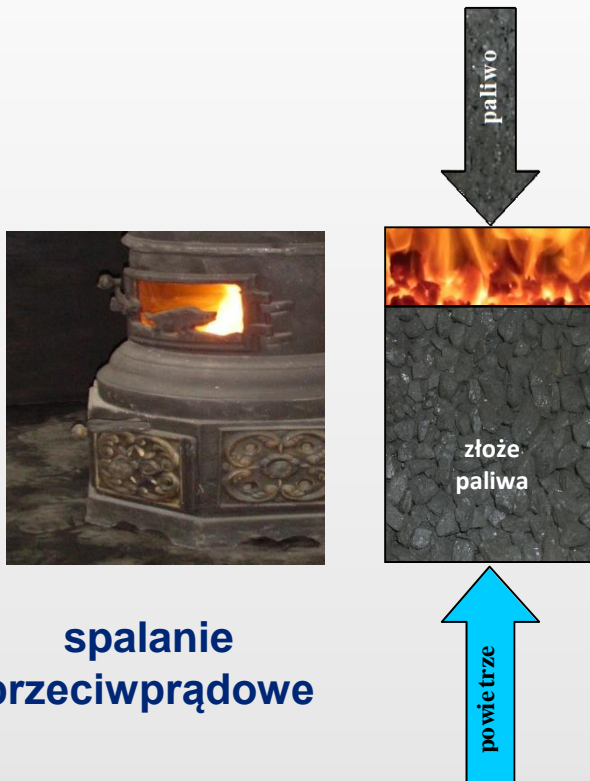


Teoria procesu spalania – czyli skąd bierze się problem



Teoria procesu spalania – czyli skąd bierze się problem

Schemat procesu spalania paliwa



spalanie
przeciwprądowe



spalanie
współprądowe

- niekontrolowane warunki spalania
- DUŻA EMISJA

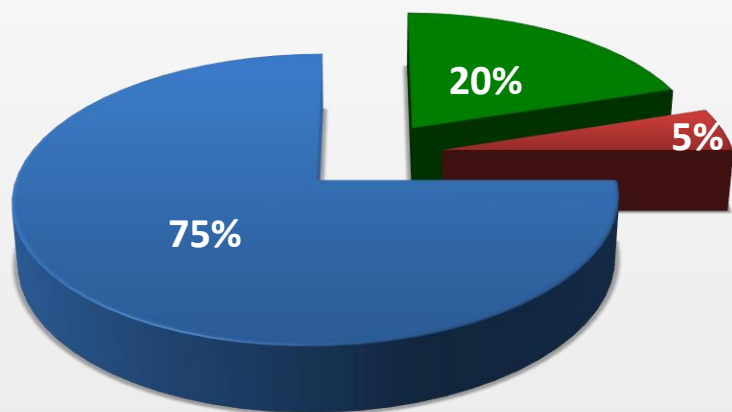
- kontrolowane warunki spalania
- MAŁA EMISJA



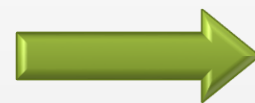
Rynek paliw dla ogrzewnictwa indywidualnego w Polsce



Urządzenia ogrzewnictwa indywidualnego w Polsce (o mocy do 500 kW)



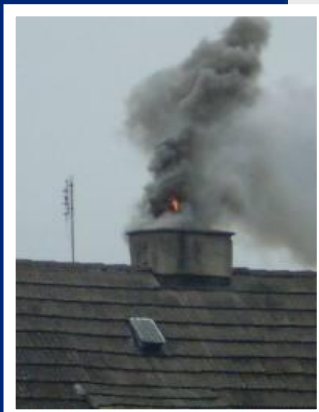
- kotły sterowane automatycznie (retortowe, kotły rusztowe i inne)
- kotły szybowe (rozpalane od góry)
- kotły komorowe z ręcznym zasypem paliwa



kocioł z automatycznym ciągłym podawaniem paliwa



silnik sterowany elektronicznie



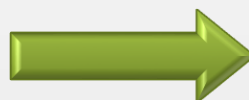
kocioł z ręcznym okresowym podawaniem paliwa



silnik bez elektroniki



Urządzenia ogrzewnictwa indywidualnego w Polsce (o mocy do 500 kW)



*kocioł z automatycznym
ciągłym podawaniem
paliwa*



**silnik sterowany
elektronicznie**



Urządzenia ogrzewnictwa indywidualnego w Polsce (o mocy do 500 kW)

- Norma PN-EN 303-5:2012

- Wytyczne techniczne i metodyka przeprowadzenia pomiarów
- kryteria sprawności i stężeń zanieczyszczeń w spalinach: CO, LZO, pył
- **NIE DOTYCZY PIECÓW (urządzenia bez wymiennika ciepła)**

Dyrektywa „Ecodesign”

- kryteria sprawności
- kryteria stężeń zanieczyszczeń w spalinach: CO, LZO, pył, NOx

Rozważana możliwość wprowadzenia uwarunkowań prawnych (Rozporządzenia) na wzór „czeski” – zakaz sprzedaży kotłów nie spełniających kryteriów co najmniej klasy 3.



Porównanie kryteriów normy PN-EN 303-5:2012 i Dyrektywy „Ecodesign”

Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń wg PN-EN 303-5:2012

Sposób zasilania paliwem	Rodzaj paliwa	Nominalna moc cieplna kW	Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń (mg/m ³ przy 10 % O ₂)								
			CO			OGC (LZO)			Pył		
			Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5
Ręczny	Biogeniczne	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
		> 50 ≤ 150	2500			100			150		
		> 150 ≤ 500	1200			100			150		
	Kopalne	≤ 50	5000			150			125		
		> 50 ≤ 150	2500			100			125		
		> 150 ≤ 500	1200			100			125		
Automatyczny	Biogeniczne	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
		> 50 ≤ 150	2500			80			150		
		> 150 ≤ 500	1200			80			150		
	Kopalne	≤ 50	3000			100			125		
		> 50 ≤ 150	2500			80			125		
		> 150 ≤ 500	1200			80			125		

Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń wg Dyrektywy "Ecodesign"

Sposób zasilania paliwem	Rodzaj paliwa	Nominalna moc cieplna kW	Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń (emisja sezonowa) (mg/m ³ przy 10 % O ₂)			
			CO	OGC (LZO)	Pył	NO _x
Ręczny	Biogeniczne	≤ 500	700	30	60	200
	Kopalne					350
Automatyczny	Biogeniczne	≤ 500	500	20	40	200
	Kopalne					350

Emisja sezonowa E_s (CO, OGC, pył, NO_x)
 E_{s,p} - emisja przy obciążeniu częściowym
 E_{s,n} - emisja przy obciążeniu nominalnym

$$E_s = 0,85 \cdot E_{s,p} + 0,15 \cdot E_{s,n}$$

Węgiel sortymentowy



Punkt 4.2.2. Sprawność cieplna kotła oraz punkty 5.7. Wykonanie badań cieplnych, 5.8. Wyznaczenie obciążenia cieplnego i sprawności cieplnej kotła 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń

spełnione
93,1 % (z badań)

(dane Producenta: $\eta > 87 \%$)

Według normy wzór (1): $\eta \geq 88,3 \%$ - klasa 5

Punkt 4.4.7. Graniczne wartości emisji oraz punkty 5.7 Wykonanie badań cieplnych 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń i 5.10 Obliczenia

spełnione
klasa 5

Według normy		Badanie
Q_N	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3_u$	$CO = 15,0 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 11,3 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył = 32,8 \text{ mg/m}^3_u$
Q_{min}	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$	$CO = 136,2 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 7,9 \text{ mg/m}^3_u$



Węgiel sortymentowy c.d.



<p>Punkt 4.2.2. Sprawność cieplna kotła oraz punkty 5.7. Wykonanie badań cieplnych. 5.8. Wyznaczenie obciążenia cieplnego i sprawności cieplnej kotła 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń</p>		<p><u>spełnione</u> 92,9 % (z badań)</p>									
<p>(dane Producenta: $\eta > 92,0 \%$)</p>											
<p>Według normy wzór (1): $\eta \geq 88,4 \%$ - klasa 5</p>											
<p>Punkt 4.4.7. Graniczne wartości emisji oraz punkty 5.7 Wykonanie badań cieplnych 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń i 5.10 Obliczenia</p>		<p><u>spełnione</u> <u>klasa 5</u></p>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Według normy</th> <th>Badanie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_N</td> <td> $CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3_u$ </td> <td> $CO = 24,0 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 7,7 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył = 39,3 \text{ mg/m}^3_u$ </td> </tr> <tr> <td>Q_{min}</td> <td> $CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$ </td> <td> $CO = 366,9 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 12,4 \text{ mg/m}^3_u$ </td> </tr> </tbody> </table>			Według normy	Badanie	Q_N	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3_u$	$CO = 24,0 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 7,7 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył = 39,3 \text{ mg/m}^3_u$	Q_{min}	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$	$CO = 366,9 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 12,4 \text{ mg/m}^3_u$
	Według normy		Badanie								
Q_N	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3_u$		$CO = 24,0 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 7,7 \text{ mg/m}^3_u$ $Pył = 39,3 \text{ mg/m}^3_u$								
Q_{min}	$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_u$	$CO = 366,9 \text{ mg/m}^3_u$ $OGC = 12,4 \text{ mg/m}^3_u$									

Biomasa speletyzowana (drzewna)



+

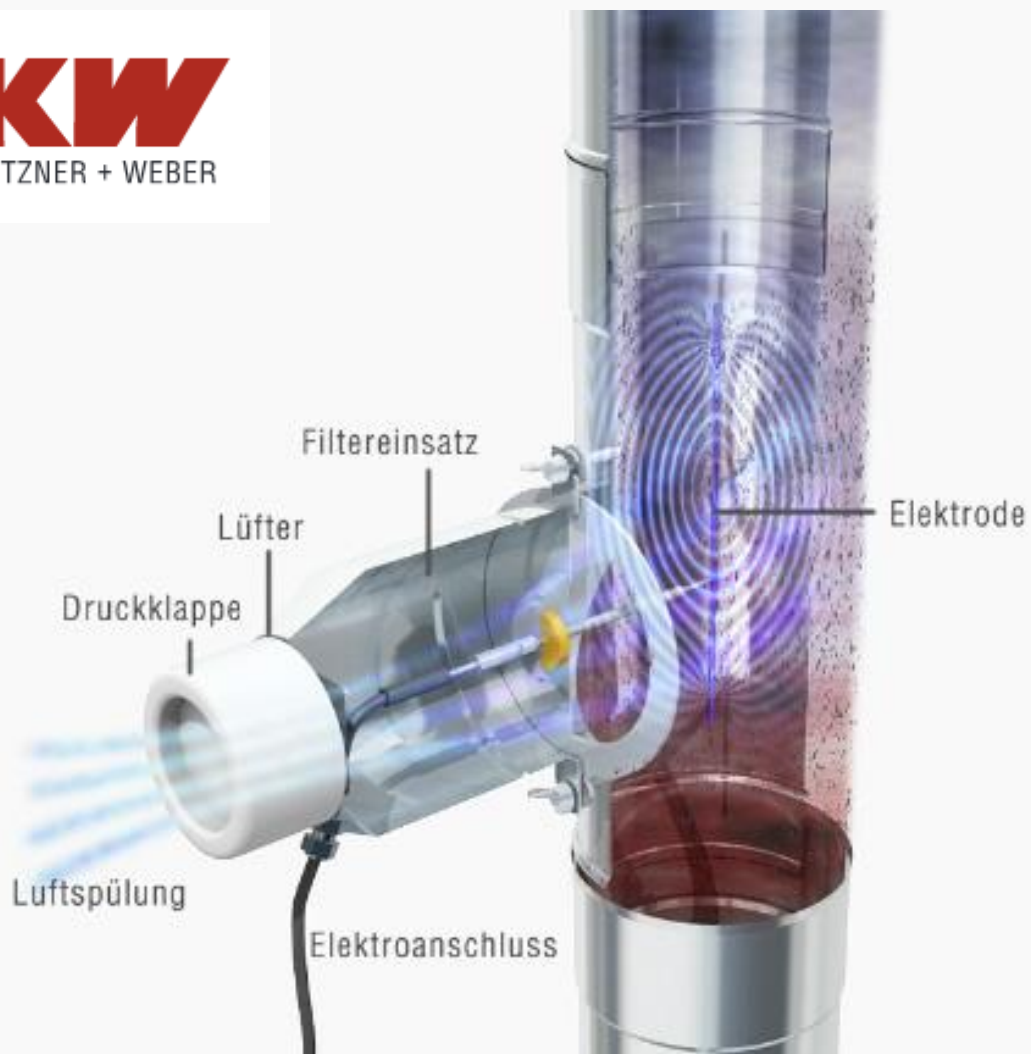


<p>Punkt 4.2.2. Sprawność cieplna kotła oraz punkty 5.7. Wykonanie badań cieplnych 5.8. Wyznaczenie obciążenia cieplnego i sprawności cieplnej kotła 5.9. Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń</p>	<p><u>spełnione</u> 93,8 % (z badań)</p>
<p>(dane Producenta: $\eta = 88\%$)</p>	
<p>Według normy wzór (3): $\eta \geq 88,4\%$ - klasa 5</p>	

6	4.4.7. tablica 6	<p>Punkt 4.4.7. Graniczne wartości emisji oraz punkty 5.7 Wykonanie badań cieplnych 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń i 5.10 Obliczenia</p>		<p><u>spełnione</u> (klasa 5, najwyższa)</p>	
		Według normy			Badanie
		Q_N	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_n$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_n$ $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3_n$</p>		<p>$CO = 0,1 \text{ mg/m}^3_n$ $OGC = 1,7 \text{ mg/m}^3_n$ $Pył = 30,7 \text{ mg/m}^3_n$</p>
Q_{min}	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3_n$ $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3_n$</p>	<p>$CO = 36,8 \text{ mg/m}^3_n$ $OGC = 3,4 \text{ mg/m}^3_n$</p>			
7	PN-EN 303-5:2012	<p>Ogólna ocena wyników badań: Kocioł c.o. o mocy 23 kW zasilany peletami drzewnymi spełnia kryteria sprawności cieplnej i emisji według normy PN-EN 303-5:2012 w klasie 5 najwyższej</p>			

Elektrofiltr

KW
KUTZNER + WEBER



Elektrofiltr - zastosowanie



<p>Punkt 4.2.2. Sprawność cieplna kotła oraz punkty 5.7. Wykonanie badań cieplnych 5.8. Wyznaczenie obciążenia cieplnego i sprawności cieplnej kotła 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń</p>		<p>spełnione 91,4 % (z badań)</p>									
<p>(dane Producenta: $\eta=89\%$)</p>											
<p>Według normy wzór (1): $\eta \geq 88,4\%$ - klasa 5</p>											
<p>Punkt 4.4.7. Graniczne wartości emisji oraz punkty 5.7 Wykonanie badań cieplnych 5.9 Wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń i 5.10 Obliczenia</p>		<p>spełnione klasa 5</p>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Według normy</th> <th>Badanie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_H</td> <td> <p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$, $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3$,</p> </td> <td> <p>$CO = 37,4 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 12,6 \text{ mg/m}^3$, $Pył = 8,5 \text{ mg/m}^3$,</p> </td> </tr> <tr> <td>Q_{mit}</td> <td> <p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$,</p> </td> <td> <p>$CO = 314,1 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 19,0 \text{ mg/m}^3$,</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Według normy	Badanie	Q_H	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$, $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3$,</p>	<p>$CO = 37,4 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 12,6 \text{ mg/m}^3$, $Pył = 8,5 \text{ mg/m}^3$,</p>	Q_{mit}	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$,</p>	<p>$CO = 314,1 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 19,0 \text{ mg/m}^3$,</p>
	Według normy		Badanie								
Q_H	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$, $Pył \leq 40 \text{ mg/m}^3$,</p>	<p>$CO = 37,4 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 12,6 \text{ mg/m}^3$, $Pył = 8,5 \text{ mg/m}^3$,</p>									
Q_{mit}	<p>$CO \leq 500 \text{ mg/m}^3$, $OGC \leq 20 \text{ mg/m}^3$,</p>	<p>$CO = 314,1 \text{ mg/m}^3$, $OGC = 19,0 \text{ mg/m}^3$,</p>									



Optymalizacja sprawności



107,3
%

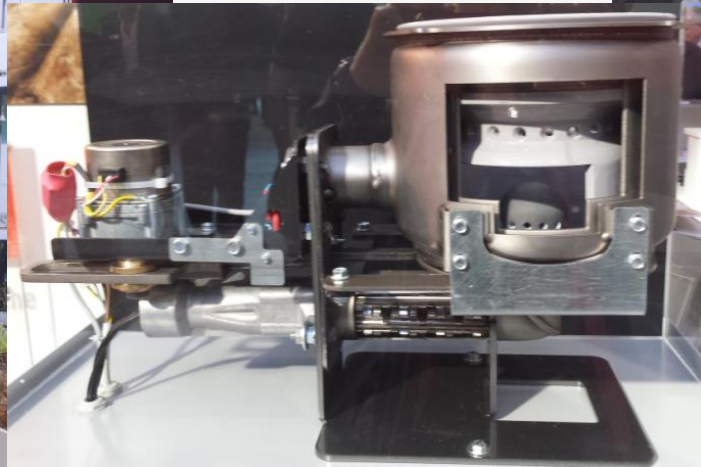
Rekord
Wirkungsgrad



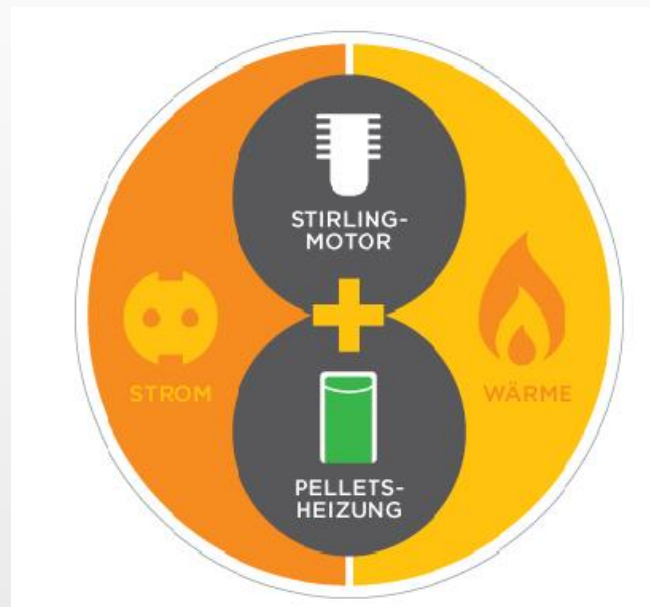
Condens
Brennwerttechnik



KOMFORT c.d.



Rozwój układów kogeneracyjnych w Europie w oparciu o kotły c.o. (do 100 kW) zasilane biomasą stałą



Die Pellematic Smart_e 0.6

- ✓ **Nennleistung**
 - 9 kW thermisch
 - 600 Watt elektrisch
- ✓ **Spitzenleistung**
 - 13 kW thermisch
 - 600 Watt elektrisch



Rozwój układów kogeneracyjnych w POLSCE w oparciu o kotły c.o. (do 100 kW) zasilane biomasą stałą



~ 20 kW_{th}



~ 1,8 kW_{el}



Rozwój układów kogeneracyjnych w Europie w oparciu o kotły c.o. (do 100 kW) zasilane biomasą stałą



MCHP

Cogeneration solutions (produce your own energy - 1 to 10 kwe)



Advantages

– High energy efficiency: global efficiency (Th + e) > 90%



Urządzenia ogrzewnictwa indywidualnego w Polsce (o mocy do 500 kW)



*kocioł z ręcznym
okresowym podawaniem
paliwa*



silnik bez elektroniki

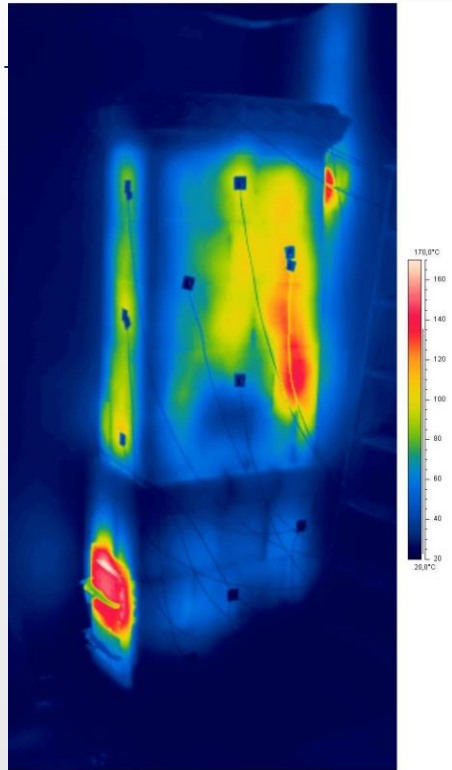


Możliwości poprawy parametrów energetyczno-emisyjnych „zabytkowych” urządzeń grzewczych

- Wykorzystanie istniejących, często pięknych, tworzących atmosferę urządzeń grzewczych
- Racjonalna cena „modernizacji”
- Poprawa sprawności istniejących urządzeń
- Ograniczenie emisji zanieczyszczeń
- Ograniczenie spalania paliw kopalnych (zerowa emisja CO₂)
- Zwiększenie komfortu użytkownika



Modernizacja pieców kaflowych



WYTWÓRNA KOTŁÓW C.O. "TILGNER"
mgr inż. JERZY TILGNER, Pleszew



Modernizacja pieców kaflowych c.d.

Wyniki testów energetyczno-emisyjnych pieca:

Oznaczenie	Jednostka	Spalanie węgla	Spalanie peletów
sprawność	%	64,4	70,3
Temp. spalin	°C	315,3	250,2
O ₂	%	14,61	14,98
CO _(10%O2)	mg/m ³ _n	1043,5	308,8
SO _{2(10%O2)}	mg/m ³ _n	886,4	0
NOx _(10%O2)	mg/m ³ _n	326,7	357,2
Pył _(10%O2)	mg/m ³ _n	286	113
TOC _(10%O2)	mg/m ³ _n	128	88,1
16 WWA _(10%O2)	mg/m ³ _n	0,8	0,3
BaP _(10%O2)	mg/m ³ _n	21,5	19,3



Idea uszlachetniania paliwa



**Skuteczny proces uszlachetniania paliwa
zawsze będzie kosztowny !!!**

Produkt programu GEKON

Błękitny węgiel = Bluecoal



- Cechy paliwa bezdymnego:
- Łatwy zapłon
 - Dobre, stabilne spalanie
 - Bezproblemowy odbiór popiołu
 - Niska emisja **CENA!!!**



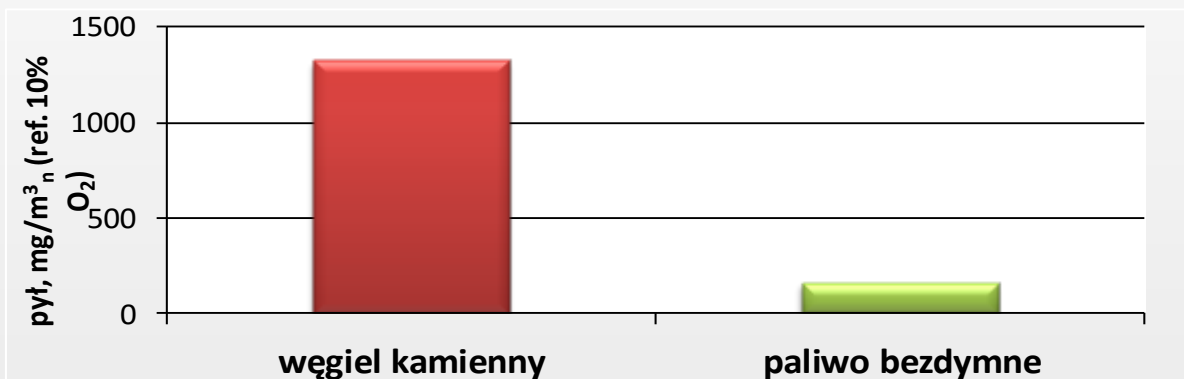
Parametr		Symb.	Jedn.	węgiel kamienny	„Błękitny węgiel”
analiza techniczna	popiół	A ^r	%	5 ÷ 15	<10%
	części lotne	V ^{daf}	%	31 ÷ 34	4 ÷ 8
siarka całkowita		S ^r _t	%	0,6 ÷ 1,2	<0,4
wartość opałowa		Q ^r _i	MJ/kg	19 ÷ 25	28
max. zawartość podziarna < 0,1mm		-	%	25	5
zapach		-	-	bezwonne	bezwonne



Badania półtechniczne w IChPW

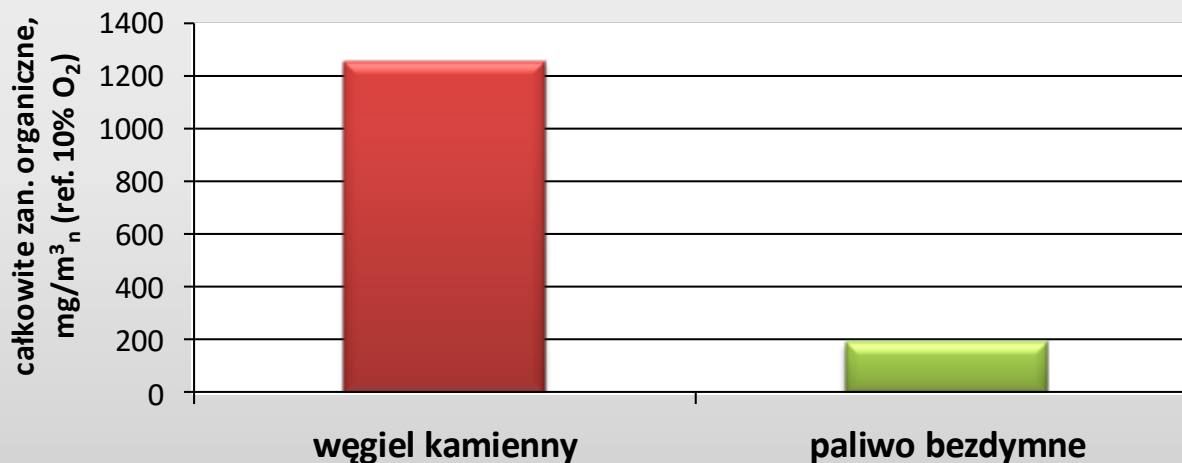


Emisja zanieczyszczeń ze spalania węgla i paliwa bezdymnego w komorowym kotle c.o.



← PYŁ
↓ 8x

→ TOC
↓ 16x





Spalanie tradycyjnych paliw stałych głównie flotokonzentratu



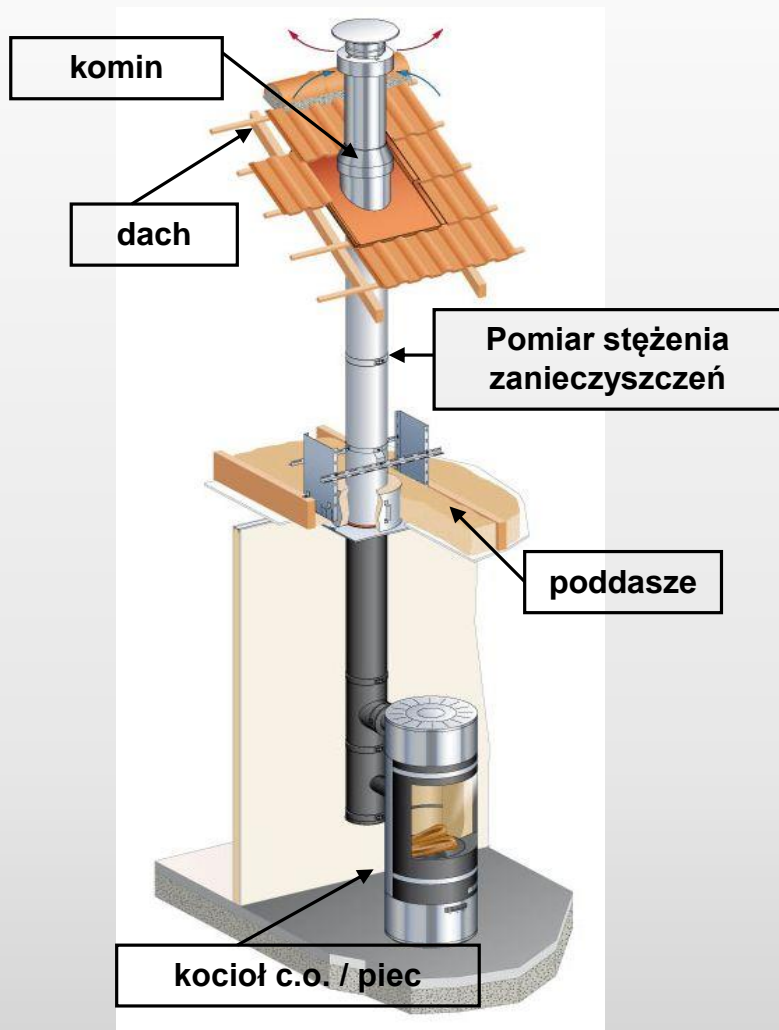
Średnia krotność redukcji emitowanych zanieczyszczeń

- | | |
|---|--------------------|
| <input type="checkbox"/> pył | - redukcja 20 razy |
| <input type="checkbox"/> TOC | - redukcja 20 razy |
| <input type="checkbox"/> $\Sigma 16$ WWA wg EPA | - redukcja 50 razy |
| <input type="checkbox"/> B(a)P | - redukcja 35 razy |
| <input type="checkbox"/> SO ₂ | - redukcja 2 razy |

Spalanie „Błękitnego węgla” 80 uczestników programu



Pomiar emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłu



Element filtracyjny z układu pomiarowego stężenia pyłu w spalinach

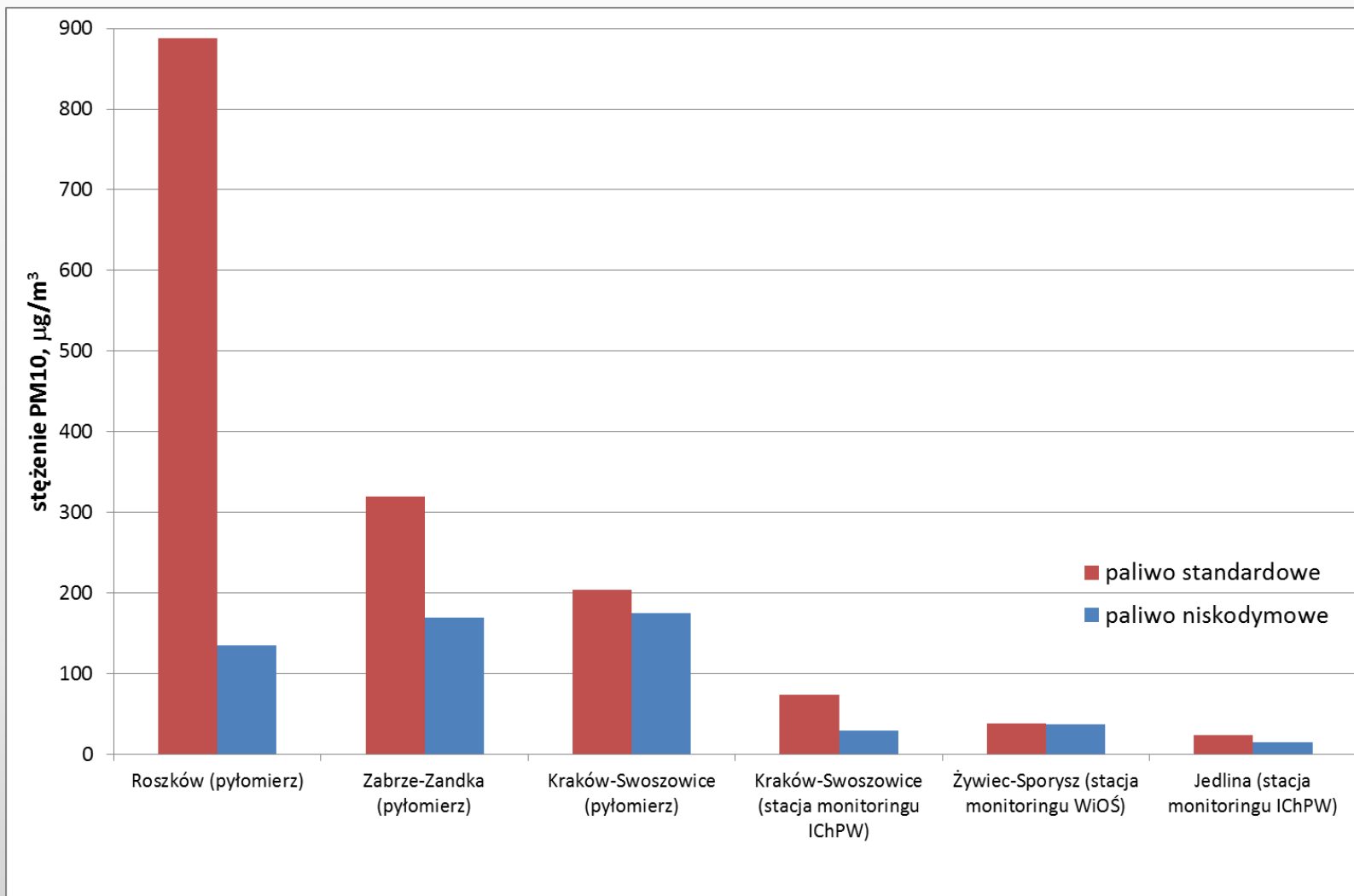
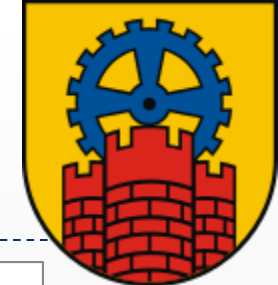


ze spalania
węgla kamiennego

ze spalania
„Błękitnego węgla”



Zabrze – pomiary imisji



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



INSTYTUT CHEMICZNEJ PRZERÓBKI WĘGLA
ul. Zamkowa 1; 41-803 Zabrze

Telefon: **32 271 00 41**
Fax: **32 271 08 09**

E-mail: **office@ichpw.pl**
Internet: **www.ichpw.pl**

NIP: **648-000-87-65**
Regon: **000025945**

