



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Opracowanie wytycznych dotyczących przystosowania wybranych typów konstrukcyjnych produkowanych w kraju kotłów grzewczych opalanych węglem kamiennym do spełnienia zastrzonych wymagań ustalonych w znowelizowanej normie Fpr EN 303-5 w zakresie granicznych wartości emisji zanieczyszczeń.



Praca statutowa 2013

Zakład Urządzeń Energetycznych, Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych.



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

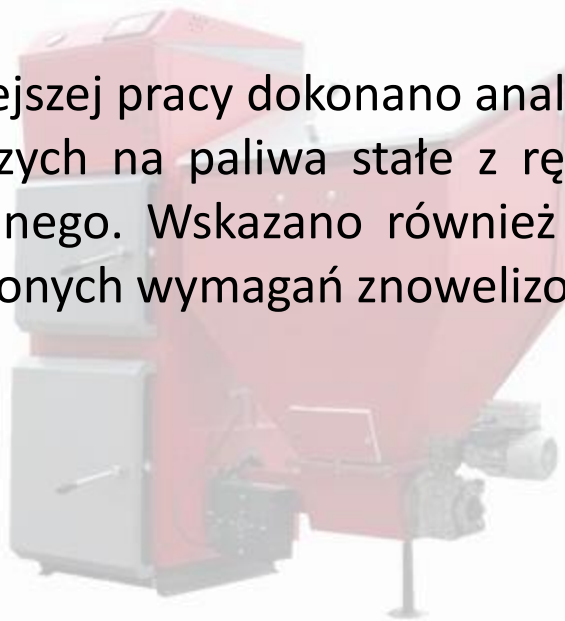
LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



W niniejszej pracy dokonano analizy w zakresie konstrukcji i eksploatacji kotłów grzewczych na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym podawaniem węgla kamiennego. Wskazano również zalecenia w tym zakresie w celu spełnienia zaostorzonych wymagań znowelizowanej normy PN-EN 303-5: 2012.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Stosowane w rozproszonym indywidualnym i komunalnym ogrzewnictwie instalacje spalania węgla i paliw stałych można podzielić w sposób najbardziej ogólny, w zależności od techniki organizacji procesu spalania na poniższe grupy:

- tradycyjne konstrukcje - górne spalanie – spalanie przeciwprądowe w całej objętości, do których można zaliczyć : kotły grzewcze, kotły wodne komorowe, piece ceramiczne, piece grzewcze stałopalne, pieco – kuchnie itp.
- tradycyjne konstrukcje - dolne spalanie, spalanie współprądowe
- kotły z cyklicznym zasypem paliwa, są odmianą kotłów tradycyjnych tj. kotłów z górnym spalaniem i każdorazowym rozpalaniem od góry po zasypie węgla na oczyszczone palenisko. W procesie spalania wyróżnia się dwie fazy spalania:
 - wypalanie części lotnych
 - spalanie koksu
- współczesne instalacje z kotłami z automatyzacją procesu spalania: kotły retortowe, posuwowe, tłokowe, palnikowe itp.



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



21.08.2012 r. opublikowano znowelizowane wydanie *PN-EN 303-5:2012* „Kotły grzewcze - Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW - Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie”. Tak jak w poprzedniej wersji w znowelizowanej normie *PN-EN 305-5:2012* powtórzono wymagania co do wartości emisji tlenku węgla (CO), niespalonych substancji organicznych w postaci gazowej wykazanych jako węgiel organiczny związany (OGC) oraz pyłu, lecz na znacznie wyższym poziomie, zbliżonym do wymagań dla kotłów opalanych gazem i olejem. Wartości te przedstawiono w Tabeli 2. Norma *PN-EN 305-5:2012* określa również minimalne sprawności kotłów.

Przy nominalnej mocy cieplnej Q_{ZN} nie powinny być one niższe niż podana poniżej η_k :

- dla klasy 5 $\eta_k = 87 + \log Q_N$
- dla klasy 4 $\eta_k = 80 + 2 \log Q_N$
- dla klasy 3 $\eta_k = 67 + 6 \log Q_N$

Wymagania poprzedniego wydania normy:

- dla klasy 3 $\eta_k = 67 + 6 \log Q_N$
- dla klasy 2 $\eta_k = 57 + 6 \log Q_N$
- dla klasy 1 $\eta_k = 47 + 6 \log Q_N$





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Klasy sprawności i emisji gazów spalinowych wg. PN-EN 303-5 : 2002 dla kotłów na paliwa stałe w zakresie mocy cieplnych od 10 do 100 kW :

Klasa kotła	Sprawność w %	Emisje w mg/m ³ przy O ₂ =10%; 0 °C; 1013 mbar		
		CO	OGC	PYŁ
1	≥ 47 +6log Q _N	≤ 25000	≤ 150	≤ 180 ÷200 - biopaliwa
	≥ 75,4			≤ 150 ÷180 - kopalne
2	≥ 57 +6log Q _N	≤ 12000	≤ 50	≤ 75 - biopaliwa
	≥ 75,4			≤ 60 - kopalne
3	≥ 67 +6log Q _N	≤ 700	≤ 30	≤ 60 - biopaliwa
	≥ 75,4			≤ 40 - kopalne



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Klasy sprawności i emisji gazów spalinowych wg. PN-EN 303-5: 2012 dla kotłów na paliwa stałe w zakresie mocy cieplnych od 10 do 100 kW :

Klasa kotła	Sprawność w %	Emisje w mg/m ³ przy O ₂ =10%; 0 °C; 1013 mbar		
		CO	OGC	PYŁ
3	≥ 67 + 6log Q _N	≤ 5000	≤ 150	≤ 150 - biopaliwa
	≥ 75,4			≤ 125 - kopalne
4	≥ 80 + 2log Q _N	≤ 1200	≤ 50	≤ 75 - biopaliwa
	≥ 82,8			≤ 60 - kopalne
5	≥ 87 + log Q _N	≤ 700	≤ 30	≤ 60 - biopaliwa
	≥ 88,4			≤ 40 - kopalne



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



ANALIZA I OCENA BADANYCH KOTŁÓW Z RĘCZNYM ZASYPEM PALIWA POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI SPEŁNIENIA WYMOGÓW ZNOWELIZOWANEJ NORMY





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA BATGAZ- N20:

W zakresie sprawności cieplnej – kocioł przed i po modernizacji nie spełnia wymagań normy PN-EN 303-5: 2002 oraz PN-EN 303-5: 2012. Niskie sprawności wynikają ze zbyt małej powierzchni wymiany ciepła, wysokich strat kominowych (wysoka temperatura spalin przy dużym nadmiarze powietrza) oraz dużych strat ciepła do otoczenia przez nieskutecznie zaizolowane drzwiczki obsługowe, wyczystne oraz nie izolowane dno kotła.

W zakresie emisji – kocioł przed modernizacją nie spełnia wymagań normy PN-EN 303-5: 2002 oraz PN-EN 303-5: 2012 w pełnym zakresie obciążeń. Po modernizacji spełnia tylko wymagania w zakresie emisji CO przy mocy nominalnej oraz zbliżył się do wymagań w zakresie emisji OGC i pyłu, przy obniżonej mocy nie spełnia wymagań. Znaczącą poprawę emisji uzyskano dzięki zmniejszeniu kąta zsypu paliwa (mniej paliwa uczestniczy w spalaniu) oraz doprowadzeniu powietrza wtórnego do strefy spalania.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Przekroczone emisje wynikają z:

- nie rozdzielania komory zasypowej z paleniskową przez co lotne gazy palne z komory zasypowej zasysane są do strefy za komorą paleniskową w której jest brak warunków do spalania,
- nie wyposażono komory paleniskowej w okładzinę ceramiczną utrzymującą wysoką temperaturę w strefie spalania.

Jednostopniowej regulacji wydajności wentylatora wyłączającego się po przekroczeniu zadanej temperatury wody grzewczej co skutkuje przy braku powietrza do spalania gwałtownym wzrostem emisji CO, OGC oraz pyłu.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA LOGICA 17÷20:

- Kocioł opalany węglem kamiennym sortymentu O I spełnia wymagania klasy 3 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Kocioł opalany węglem kamiennym sortymentu O I spełnia wymagania klasy 3 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Kocioł przeznaczony jest tylko do pracy z mocą nominalną i przystosowany jest do eksploatacji we współpracy ze zbiornikiem akumulacyjnym.
- Sprawnościowo emisyjne parametry pracy kotła uzyskano dzięki:
 - właściwemu doborowi powierzchni wymiany ciepła,
 - właściwemu doborowi i umiejscowieniu dysz powietrza wtórnego,
 - umiejscowieniu w komorze spalania wykładzin ceramicznych,
 - rozdzieleniu komory zasypowej od komory spalania,
 - zastosowaniu regulatora z modulowaną wydajnością wentylatora powietrza do spalania.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA LOKUS DUO 22 :

- Kocioł opalany węglem kamiennym sortymentu miał spełnia wymagania klasy 3 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012. Sprawność kotła można podnieść poprzez zmniejszenie strat do otoczenia wydłużając płaszcz wodny do spodu kotła oraz skutecznie izolując dno i drzwiczki kotła.
- Kocioł opalany węglem kamiennym sortymentu miał spełnia wymagania klasy 3 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych przy mocy nominalnej według normy PN-EN 303-5: 2012. Przy mocy obniżonej nie spełnia tych wymagań.
- Kocioł opalany węglem kamiennym sortymentu miał nie spełnia wymagania klasy 3 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych przy mocy nominalnej przez nieznacznie przekroczoną emisję pyłu a także nie spełnia wymagania klasy 3 przy mocy obniżonej według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Emisyjne parametry pracy kotła przy mocy nominalnej uzyskano dzięki:
 - właściwemu doborowi powierzchni wymiany ciepła,
 - właściwemu doborowi i umiejscowieniu dysz powietrza wtórnego,
 - zastosowaniu regulatora z modulowaną wydajnością wentylatora powietrza do spalania.





ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA SKD LUX 15 i SKD PLUS 15:

- ❑ Kocioł SKG PLUS 15 opalany węglem kamiennym sortymentu miał spełnia wymagania klasy 3 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012 natomiast kocioł SKG LUX 15 nie spełnia tych wymagań. Sprawność kotłów można podnieść poprzez zmniejszenie strat do otoczenia wydłużając płaszcz wodny do spodu kotła oraz skutecznie izolując dno i drzwiczki kotła.
- ❑ Kocioł SKG PLUS 15 spełnia wymagania klasy 3 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych według normy PN-EN 303-5: 2012, natomiast kocioł SKG LUX 15 nie spełnia wymagań w zakresie emisji OGC.





ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

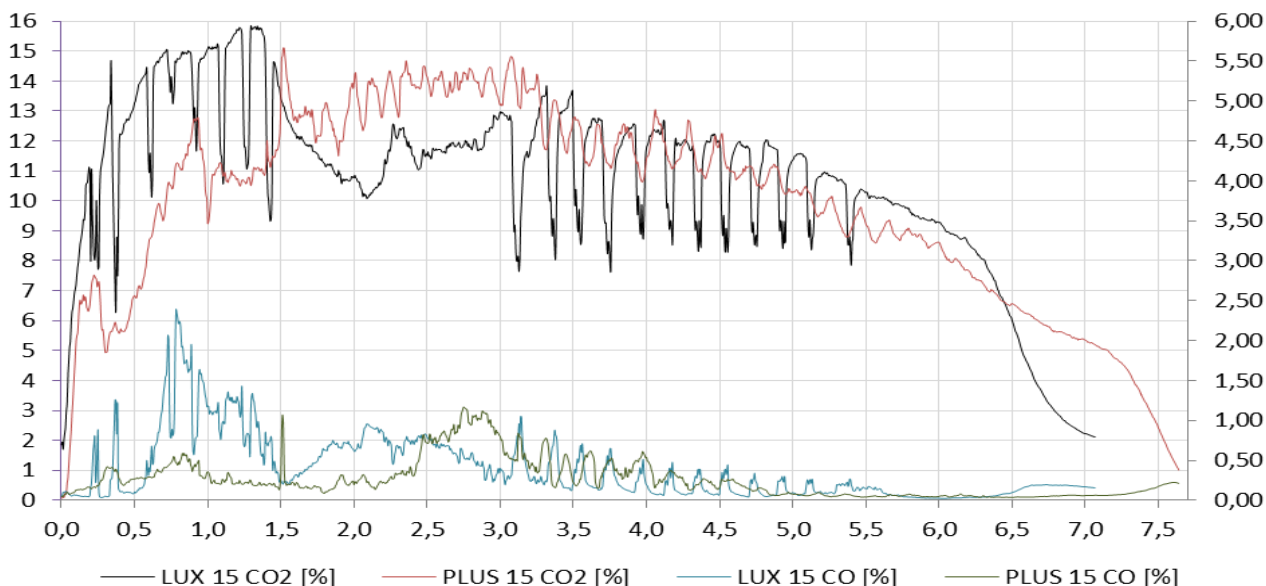
LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



- ❑ Emisyjne parametry pracy kotła SKG PLUS 15 przy mocy nominalnej uzyskano dzięki:
 - właściwemu doborowi powierzchni wymiany ciepła,
 - właściwemu doborowi i umiejscowieniu dysz powietrza wtórnego,
 - zastosowaniu regulatora z modulowaną wydajnością wentylatora powietrza do spalania.
- ❑ Przekroczona emisja OGC kotła SKG LUX 15 przy mocy nominalnej wynikała z zastosowania regulatora z jednostopniową regulacją wydajności wentylatora powietrza do spalania sterowanego w cyklu włącz/wyłącz po osiągnięciu zadanej temperatury wody. Każde wyłączenie wentylatora powoduje duży wzrost emisji CO, OGC i pyłu co widać wyraźnie na wykresie emisji CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła SKG LUX 15 i SKG PLUS 15 rysunek 8D





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z RĘCZNYM ZASYPEM WĘGLA:

- Projektować tylko kotły z dolnym spalaniem oraz kotły z zasypem cyklicznym paliwa każdorazowo po zasypie rozpalane od góry. Wyeliminować konstrukcje z górnym spalaniem gdyż w tego typu kotłach nie ma możliwości poprawy parametrów emisyjnych,
- Kotły powinny być eksploatowane tylko przy mocach nominalnych z magazynowaniem nadmiaru energii w buforze wodnym przy obniżonym zapotrzebowaniu ciepła. Dzięki takiemu rozwiązaniu palenisko pracuje w optymalnych warunkach przy najwyższej sprawności i najniższej emisji gazów spalinowych a użytkownik ma możliwość dowolnego kształtowania ilości energii cieplnej z bufora. Przy obniżonej mocy w palenisku nie ma warunków (temperatura) do dopalenia gazów palnych (patrz tabele 4B i 6). Przy pracy kotła z obniżonym obciążeniem następują częste wyłączenia wentylatora i przy braku powietrza w komorze paleniskowej gromadzą się gazy palne w stężeniach wybuchowych,



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z RĘCZNYM ZASYPEM WĘGLA c.d. :

- Stosować do sterowania wentylatorem powietrza do spalania (nadmuchowym lub wyciągowym) regulatory z modulowaną regulacją wydajności wentylatora (tzw. PID). W takim rozwiązaniu wentylator pracuje w zakresie nastawionych wydajności max i min. nie wyłączając się w czasie całego cyklu spalania paliwa. Proces spalania przebiega łagodnie nie dopuszczając do wzrostu emisji co występuje przy regulatorze z jednostopniową regulacją wydajności (patrz rysunek 8D),
- Dla uzyskania wymaganych sprawności :
przyjmować max współczynnik obciążenia powierzchni wymiany ciepła spaliny-woda 8-9 kW/m² . W celu zmniejszenia strat do otoczenia płaszcz wodny powinien obejmować ściany popielnika, drzwiczki obsługowe oraz dno kotła tak izolować aby przyrost temperatury na powierzchniach nie przekraczał 65K temperatury otoczenia.



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z RĘCZNYM ZASYPEM WĘGLA c.d. :

Dla uzyskania wymaganych emisji:

W kotłach z dolnym spalaniem węgla kamiennego:

- doprowadzić dyszami do strefy spalania powietrze wtórne w ilości 0,7-0,8 Nm³/h na 1kW mocy dostarczonej z paliwem. Prędkość wypływu powietrza z dysz należy przyjmować 5-6 m/s. Do popielnika doprowadzać powietrze pierwotne w ilości 0,9-1,0 Nm³/h na 1kW mocy dostarczonej z paliwem,
- strefę spalania należy wyłożyć kształtkami z ceramiki ogniotrwałej w celu zapewnienia właściwej temperatury (powyżej 850°C) dla spalania gazów palnych.
- dla doboru powierzchni rusztu przyjmować współczynnik obciążenia powierzchni rusztu 250-270 kW/m²,
- kąt zsypania paliwa utworzony między linią warstwy żaru a linią łączącą dolną krawędź przegrody rozdzielającej komorę zasypową od paleniskowej z punktem na tylnej ścianie komory na wysokości linii żaru powinien mieścić się w granicach 40°-45°



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



ANALIZA I OCENA BADANYCH KOTŁÓW Z AUTOMATYCZNYM PODAWANIEM PALIWA POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI SPEŁNIENIA WYMOGÓW ZNOWELIZOWANEJ NORMY





ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA DRACO TYTAN II 4W:

- Kocioł DRACO TYTAN II 4W z palnikiem retortowym opalany węglem kamiennym sortymentu groszek spełnia wymagania klasy 4 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012 ..
- Kocioł spełnia wymagania klasy 3 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Wielkości emisji przy obniżonym obciążeniu zbliżone do dopuszczalnych dla najniższej klasy 3 wskazują że dobrano palnik o zawyżonej mocy w stosunku do nominalnej mocy kotła który przy obniżonym obciążeniu pracował poniżej projektowanego zakresu mocy przy dużych nadmiarach powietrza.
- Wysokie emisje wynikały także z zastosowania regulatora z jednostopniową regulacją wydajności wentylatora powietrza do spalania sterowanego w cyklu włącz/wyłącz po osiągnięciu zadanej temperatury wody. Każde wyłączenie wentylatora powodowało wzrost emisji CO, OGC co widać wyraźnie na wykresach emisji CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła rysunek 10B i 10C.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

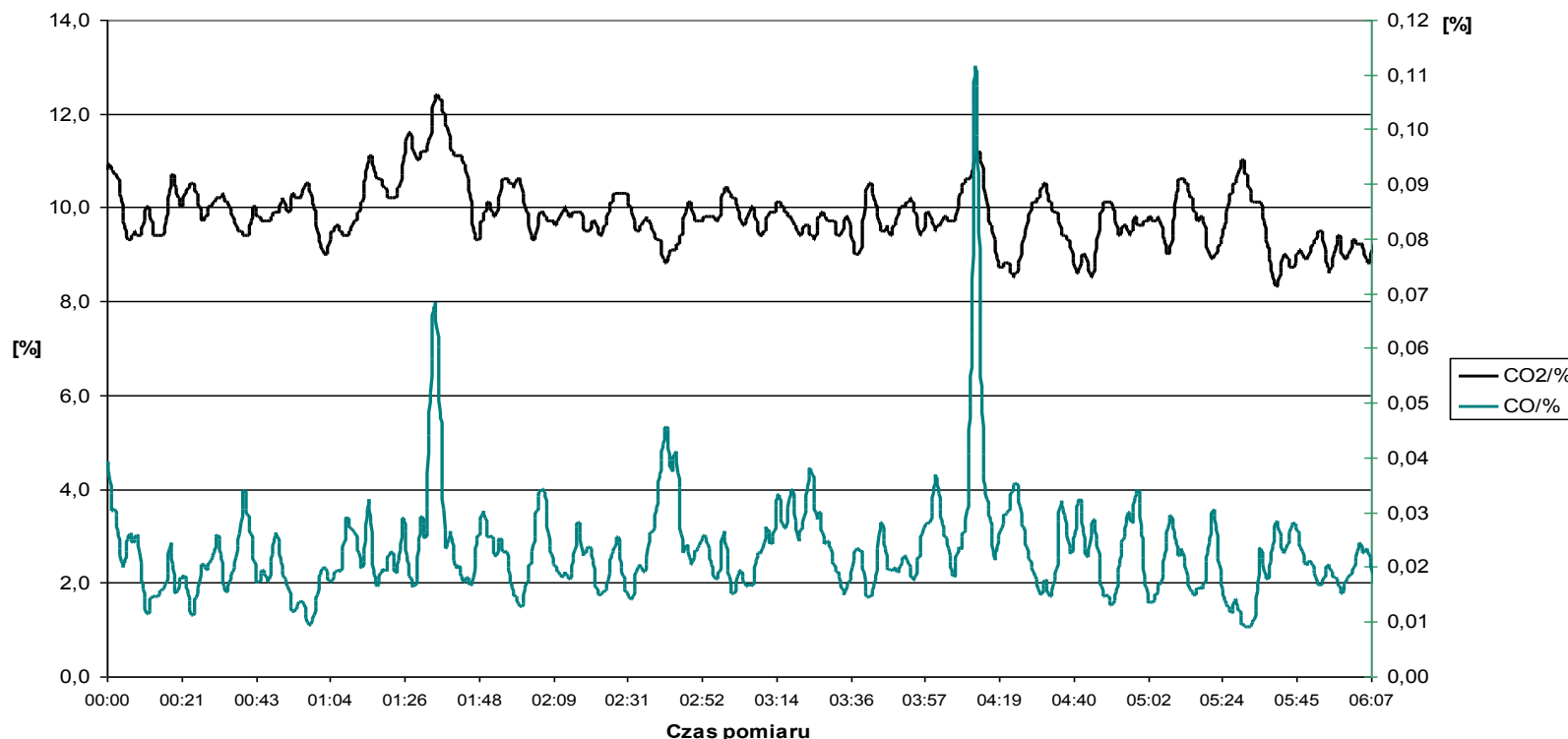
Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Zestawienie emisji CO₂ i CO [%]

Obciążenie nominalne



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła DRACO TYTAN II 4W przy nominalnej mocy cieplnej.



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iен.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

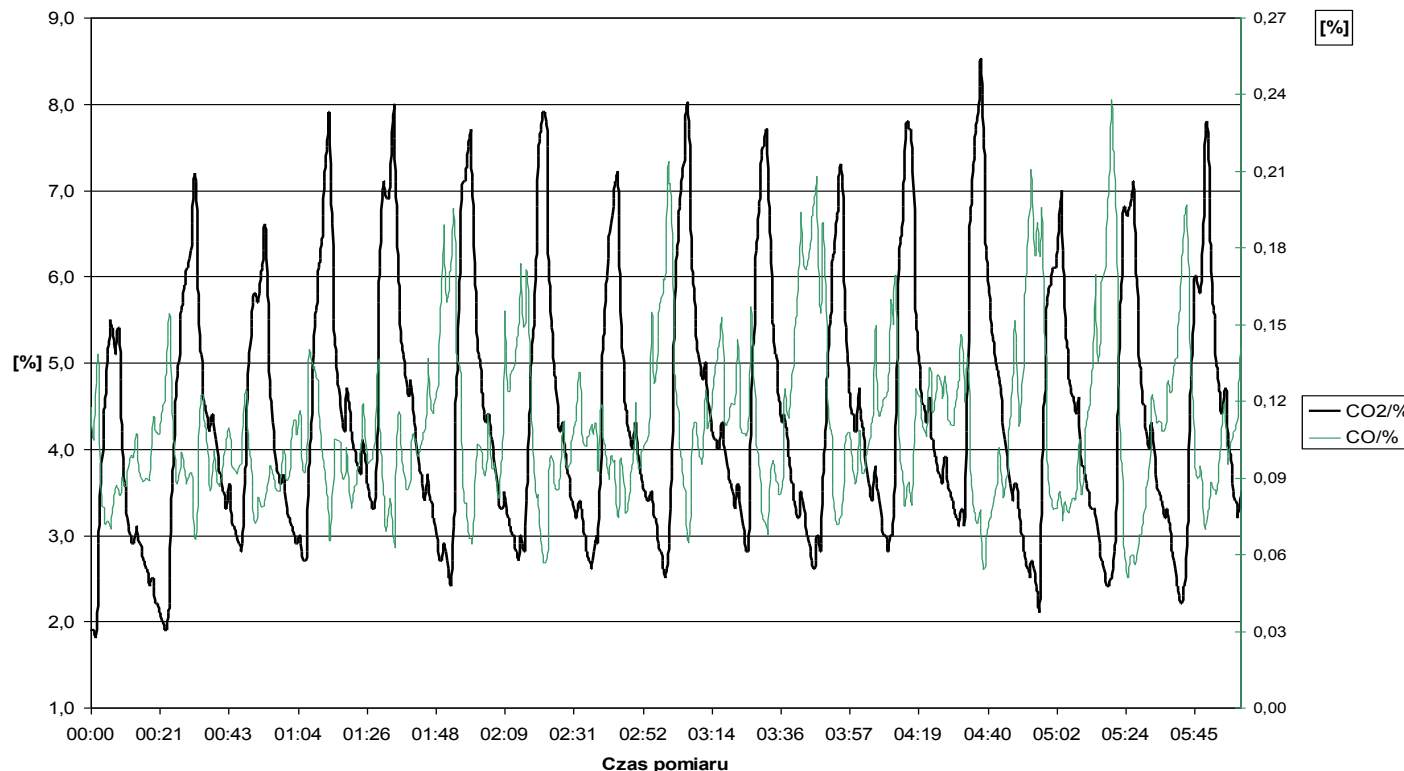
Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Zestawienie emisji CO₂ i CO

Obciążenie zredukowane Qn_{30%} Praca palnika Włącz/Wyłącz



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła DRACO TYTAN II 4W przy obniżonej mocy cieplnej.



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA Uni-Komfort:

- Kocioł Uni-Komfort 24 z palnikiem retortowym opalany węglem kamiennym sortymentu groszek spełnia wymagania klasy 4 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012 ..
- Kocioł spełnia wymagania klasy 4 w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Wielkości emisji przy obniżonym obciążeniu spełniają wymagania klasy 4 wskazują że dobrano palnik o właściwej mocy w stosunku do nominalnej mocy kotła który przy obniżonym obciążeniu pracował w zakresie projektowanego zakresu mocy.
- Niskie emisje w całym zakresie mocy kotła wynikały także z zastosowania regulatora z modulowaną regulacją wydajności wentylatora powietrza. Nieduże odchylenia od średniej wartości CO₂ i CO wskazują na właściwie dobrany palnik, regulator oraz wentylator nadmuchowy powietrza co widać wyraźnie na wykresach emisji CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

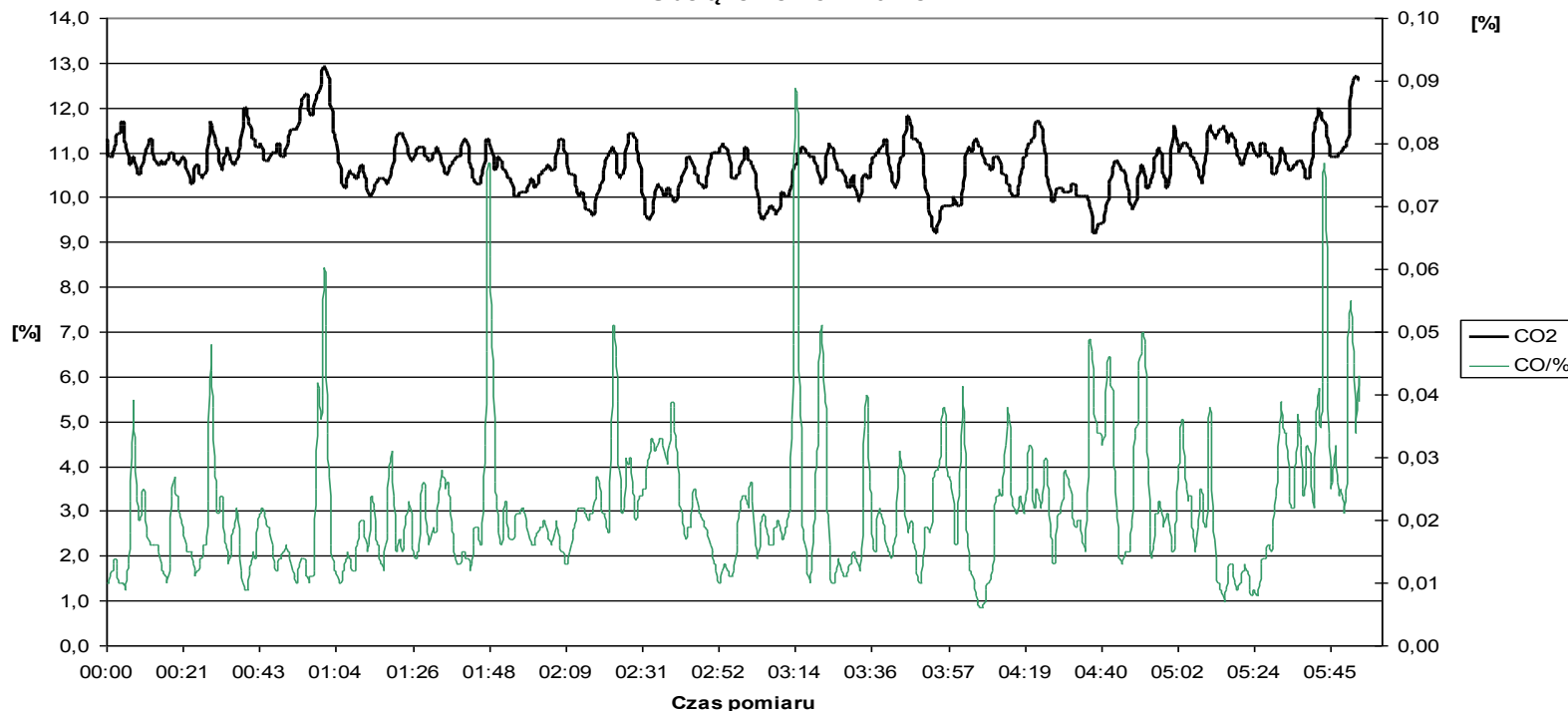
LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Zestawienie emisji CO₂ i CO
Obciążenie nominalne



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła Uni-Komfort 24 przy nominalnej mocy cieplnej.



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

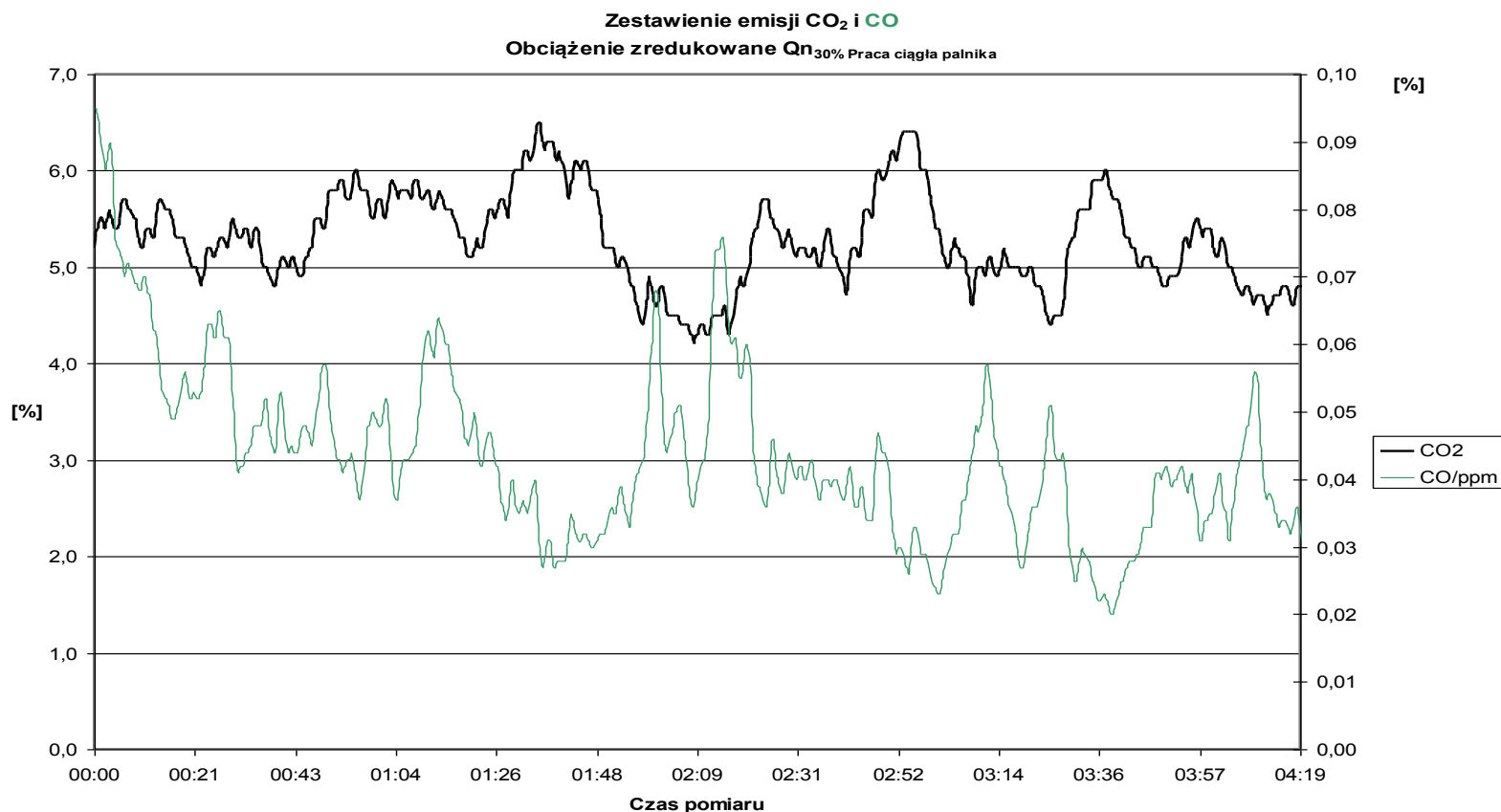
www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła Uni-Komfort 24 przy przy obniżonej mocy cieplnej.



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA DRACO DUO 15:

- Kocioł DRACO DUO 15 z palnikiem retortowym opalany węglem kamiennym sortymentu groszek spełnia wymagania klasy 4 w zakresie sprawności cieplnej urządzenia według normy PN-EN 303-5: 2012.
- Kocioł nie spełnia wymagań w zakresie emisji zanieczyszczeń spalinowych według normy PN-EN 303-5: 2012, przekroczone emisje CO i OGC przy obniżonej mocy cieplnej.





ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



OGÓLNA OCENA UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA DRACO DUO 15:

- ❑ Przekroczone wielkości emisji przy obniżonym obciążeniu wskazują że dobrano palnik o zawyżonej mocy w stosunku do nominalnej mocy kotła który przy obniżonym obciążeniu pracował poniżej projektowanego zakresu mocy przy dużych nadmiarach powietrza a także o zbyt wysokiej wydajności podajnika dostarczające zbyt duże dawki paliwa do palnika.
- ❑ Wysokie emisje wynikały także z zastosowania regulatora z jednostopniową regulacją wydajności wentylatora powietrza do spalania sterowanego w cyklu włącz/wyłącz po osiągnięciu zadanej temperatury wody. Każde wyłączenie wentylatora powodowało wzrost emisji CO, OGC co widać wyraźnie na wykresach emisji CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła.





INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWczyCH

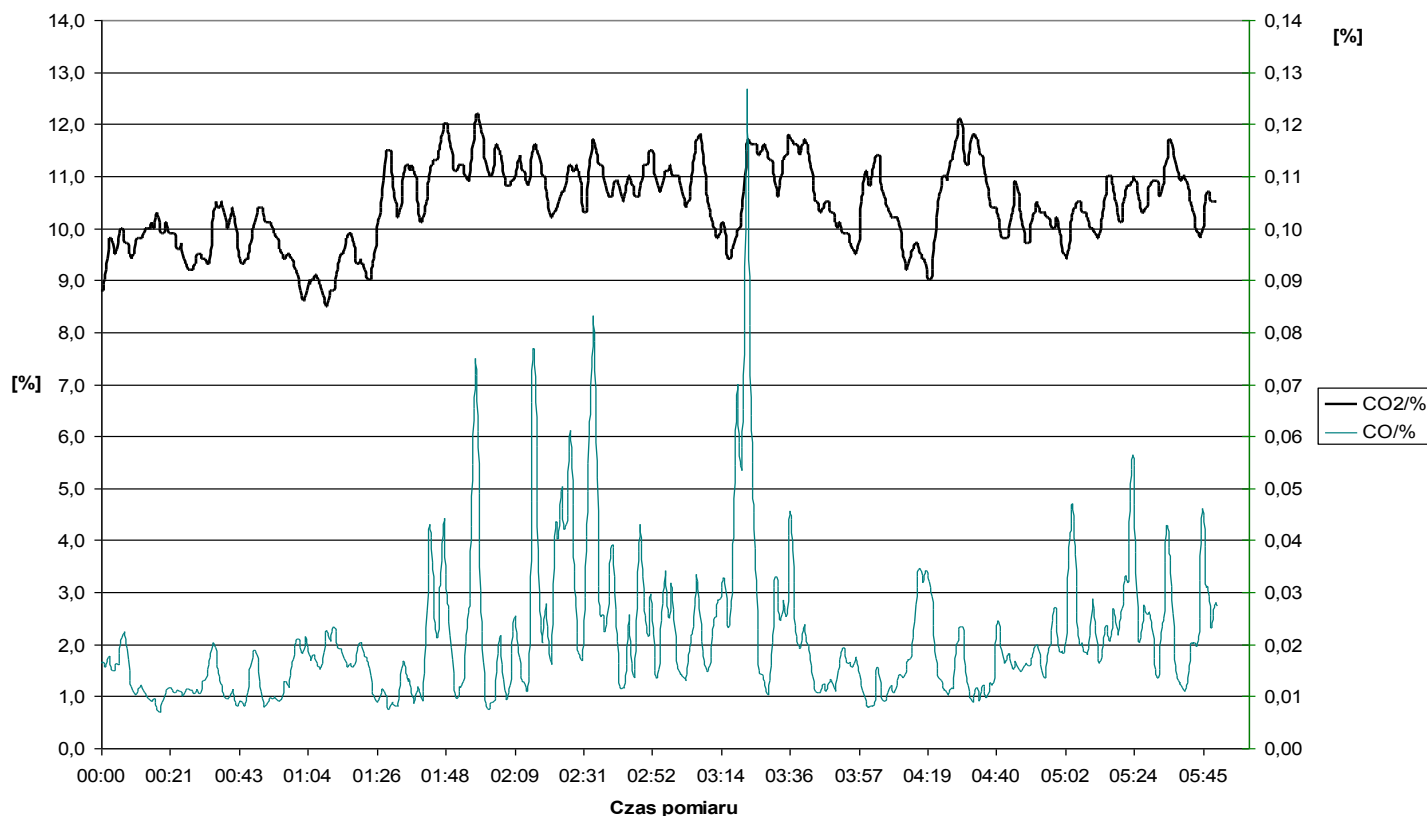
Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Zestawienie emisji CO₂ i CO

Obciążenie znamionowe



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła DRACO DUO 15 przy nominalnej mocy cieplnej.



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

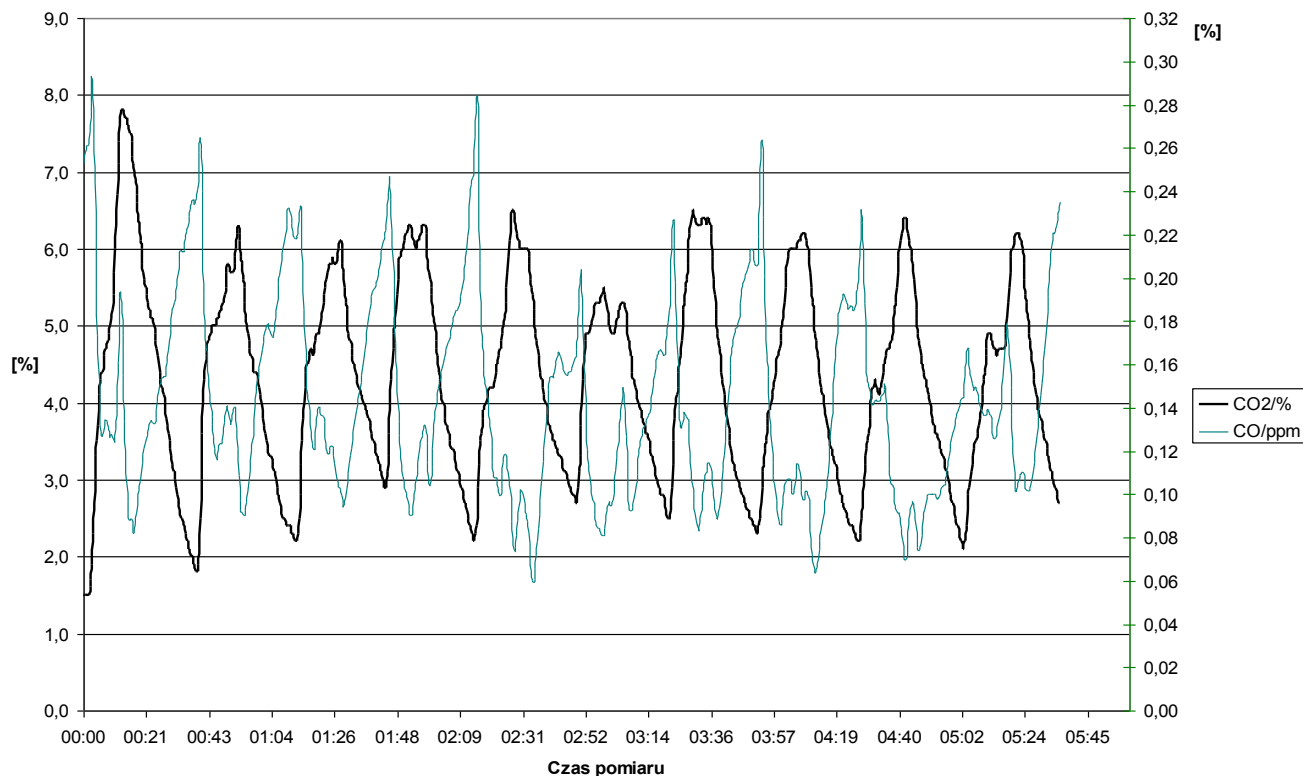
Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



Zestawienie emisji CO₂ i CO

Obciążenie zredukowane Qn_{30%} praca palnika przerywana



Wykres przebiegu CO₂ i CO zarejestrowanych w czasie badań kotła DRACO DUO 15 przy obniżonej mocy cieplnej.



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z AUTOMATYCZNYM PODAWANIEM PALIWA:

Dla spełnienia zaostrzonych wymagań sprawnościowo-emisyjnych zawartych w normie PN-EN 303-5: 2012 przy projektowaniu kotłów z automatycznym podawaniem paliwa i palnikiem retortowym należy stosować się do zestawionych poniżej wytycznych:

- Stosować do sterowania wentylatorem powietrza do spalania regulatory z modulowaną regulacją wydajności wentylatora (tzw. PID). W takim rozwiązaniu wentylator pracuje w zakresie nastawionych wydajności max i min. nie wyłączając się w czasie całego cyklu spalania paliwa. Proces spalania przebiega łagodnie nie dopuszczając do wzrostu emisji co występuje przy regulatorze z jednostopniową regulacją wydajności (patrz rysunki 10B-12C),
- Dla uzyskania wymaganych sprawności przyjmować max współczynnik obciążenia powierzchni wymiany ciepła spaliny-woda $8-9 \text{ kW/m}^2$. W celu zmniejszenia strat do otoczenia płaszcz wodny powinien obejmować ściany popielnika, drzwiczki obsługowe oraz dno kotła tak izolować aby przyrost temperatury na powierzchniach nie przekraczał 65K temperatury otoczenia.



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z AUTOMATYCZNYM PODAWANIEM PALIWA:

Dla spełnienia zaostrzonych wymagań sprawnościowo-emisyjnych zawartych w normie PN-EN 303-5: 2012 przy projektowaniu kotłów z automatycznym podawaniem paliwa i palnikiem retortowym należy stosować się do zestawionych poniżej wytycznych c.d.:

- Wymagania zawarte w normie PN-EN 303-5: 2012 narzucają pracę kotłów z automatycznym podawaniem paliwa w zakresie mocy nominalnej i obniżonej stanowiącej 30% mocy nominalnej. Dla uzyskania wymaganych emisji szczególnie przy mocy obniżonej należy w kotłach instalować palniki o mocy nie większej 120% projektowanej mocy palnika.
- Wymiary komory paleniskowej powinny być większe od wymiarów zewnętrznych palnika o ok. 8-10cm w celu zapobieżenia spiętrzania się żużla na koronie palnika.
- Wydajność podajnika paliwa dla zapewnienia wymaganego strumienia masy paliwa powinna być tak dobrana aby czas pracy podajnika stanowił min. 40% czasu cyklu pracy podajnika – praca+postój.



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z AUTOMATYCZNYM PODAWANIEM PALIWA:

Dla spełnienia zaostrożonych wymagań sprawnościowo-emisyjnych zawartych w normie PN-EN 303-5: 2012 przy projektowaniu kotłów z automatycznym podawaniem paliwa i palnikiem retortowym należy stosować się do zestawionych poniżej wytycznych c.d.:

- Paleniska retortowe zbudowane są z wewnętrznego korpusu w którym paliwo wypychane jest podajnikiem śrubowym do góry. Korpus otoczony jest stalowym płaszczem powietrznym. Korpus i płaszcz zamknięte są koroną palnika z otworami powietrza pierwotno-wtórnego w palnikach okrągłych lub rozdzielonych otworów powietrza pierwotnego i wtórnego w palnikach prostokątnych. Szczególną uwagę należy zwrócić na szczelność połączenie korony palnika z płaszczem powietrznym i korpusem palnika gdyż „fałszywe” powietrze wypływające przez nieszczelności powoduje spadek mocy palnika i wzrost emisji zanieczyszczeń gazów spalinowych.



ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



WNIOSKI I ZALECENIA DLA KOTŁÓW Z AUTOMATYCZNYM PODAWANIEM PALIWA:

Dla spełnienia zaostrożonych wymagań sprawnościowo-emisyjnych zawartych w normie PN-EN 303-5: 2012 przy projektowaniu kotłów z automatycznym podawaniem paliwa i palnikiem retortowym należy stosować się do zestawionych poniżej wytycznych c.d.:

- W palnikach o okrągłych retortach o średnicach powyżej 500 mm (moc powyżej 250 kW) powietrze wyphywające z dysz uczestniczące w spalaniu nie dociera do centralnych stref retorty w wyniku czego następuje wzrost emisji gazów palnych CO, OGC oraz sadzy. Retorty o mocy powyżej 250 kW należy projektować w układzie prostokątnym o szerokości zapewniającej dopływ powietrza do spalania na całej powierzchni retorty.
- Nad palnikiem umieszczać ceramiczną ogniotrwałą płytę tzw. deflektor na wysokości równej średnicy palnika retortowego.
- Dla doboru powierzchni spalania przyjmować współczynnik obciążenia powierzchni palnika retortowego 1000-1200 kW/m².



INSTYTUT ENERGETYKI



Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.iem.com.pl

ZAKŁAD BADAŃ URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



LITERATURA:

1. Kruczek S. Kotły konstrukcja i obliczenia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2001.
2. Polska Norma PN-EN 303-5:2012 Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.
3. Polska Norma PN-EN 303-5:2002 Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 300 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.