

Zbigniew A. Tałach

Rzecznawca SITPNaft

**Materiały konstrukcyjne systemów kominowych  
jako element poprawy efektywności  
energetycznej instalacji grzewczych**

**V KONGRES INSTALEXPO 2007**

Pomiary oraz bilansowanie obliczeń cieplnych kotłów wraz z wyznaczaniem sprawności wykonuje się na podstawie norm przedmiotowych w laboratoriach przy ujednoczonych warunkach na paliwach wzorcowych przy stałym i ustabilizowanym ciągu kominowym. Sprawności te podawane są przez producentów jako podstawowa informacja dla użytkowników.

# Wymagane sprawności kotłów grzewczych zgodnie z Dyrektywą Rady 92/42/EWG

Typ kotła	Zakres mocy	Sprawność dla mocy znamionowej		Sprawność przy obciążeniu częściowym	
		Średnia temperatura wody kotłowej (w °C)	Wymagana sprawność(w %)	Średnia temperatura wody kotłowej (w °C)	Wymagana sprawność (w%)
Kotły standardowe	4-400	70	$\geq 84 + 2 \log P_n$	$\geq 50$	$\geq 80 + 3 \log P_n$
Kotły niskotemperaturowe*	4-400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$
Kotły kondensacyjne	4-400	70	$\geq 91 + 1 \log P_n$	30**	$\geq 97 + 1 \log P_n$

\* Włącznie z kotłami kondensacyjnymi na paliwa płynne.  
 \*\* Temperatura wody zasilającej kocioł.

## Rzeczywiste warunki pracy kotłów grzewczych

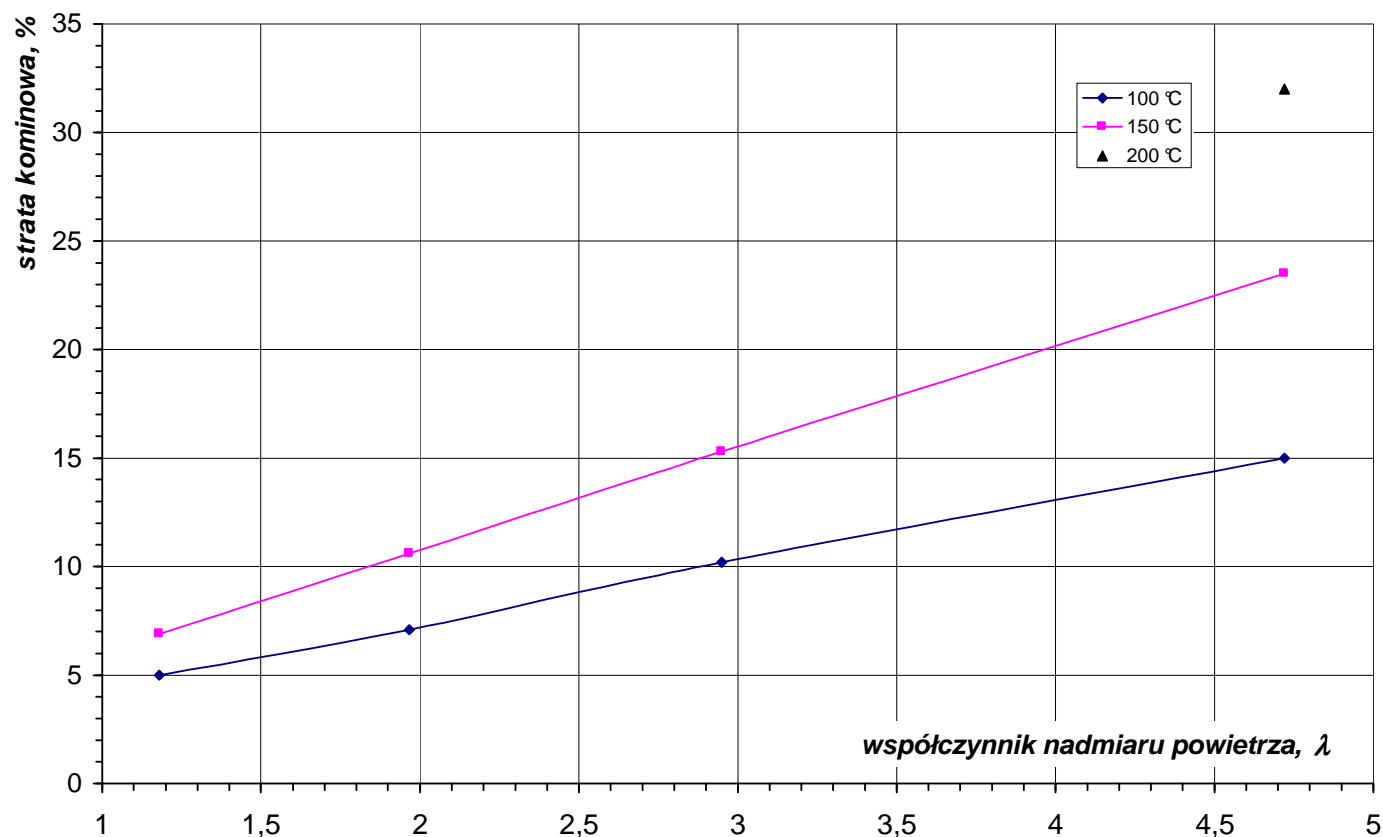
Wyznaczone w ten sposób sprawności urządzeń grzewczych mogą odbiegać w sposób znaczący w zależności od rzeczywistych warunków eksploatacji. Decyduje o tym:

- prawidłowy dobór mocy kotła,
- odpowiedni projekt instalacji centralnego ogrzewania,
- dobrze zaprojektowana instalacja kominowa,
- właściwy materiał konstrukcyjny przewodu spalinowego z odpowiednią izolacją.

## Nieprawidłowo dobrany system kominowy powoduje:

- zwiększenie kosztów eksploatacyjnych systemów grzewczych
- dodatkowe zużycie nośników energii
- możliwość powstawania dużych ilości kondensatu
- nieefektywne zwiększenie lub zmniejszenie ciągu kominowego niezgodnego z wymaganiami dla danego urządzenia
- niepełne spalanie i osadzanie się sadzy na ściankach komina

## Spadek sprawności kotła w zależności od współczynnika nadmiaru powietrza $\lambda$



## Dyspozycyjny ciąg kominowy $\Delta P_{dck}$

- $\Delta P_{dck} = \Delta P_{cks} - \Delta P_{kp}$ , [Pa]
- $\Delta P_{cks}$  – ciąg kominowy spalin [Pa]
- $\Delta P_{kp}$  – opór powietrza na wylocie spalin [Pa]

$$\Delta P_{cks} = H \cdot g (p_{lg} - p_m) \text{ [Pa]}$$

- $p_m$  – średnia gęstość spalin [ $\text{kg/m}^3$ ]
- $p_{lg}$  – gęstość powietrza w wylocie z komina, [ $\text{kg/m}^3$ ]
- $g$  – przyspieszenie ziemskie, [ $\text{m/s}^2$ ]
- $H$  – wysokość komina [m]

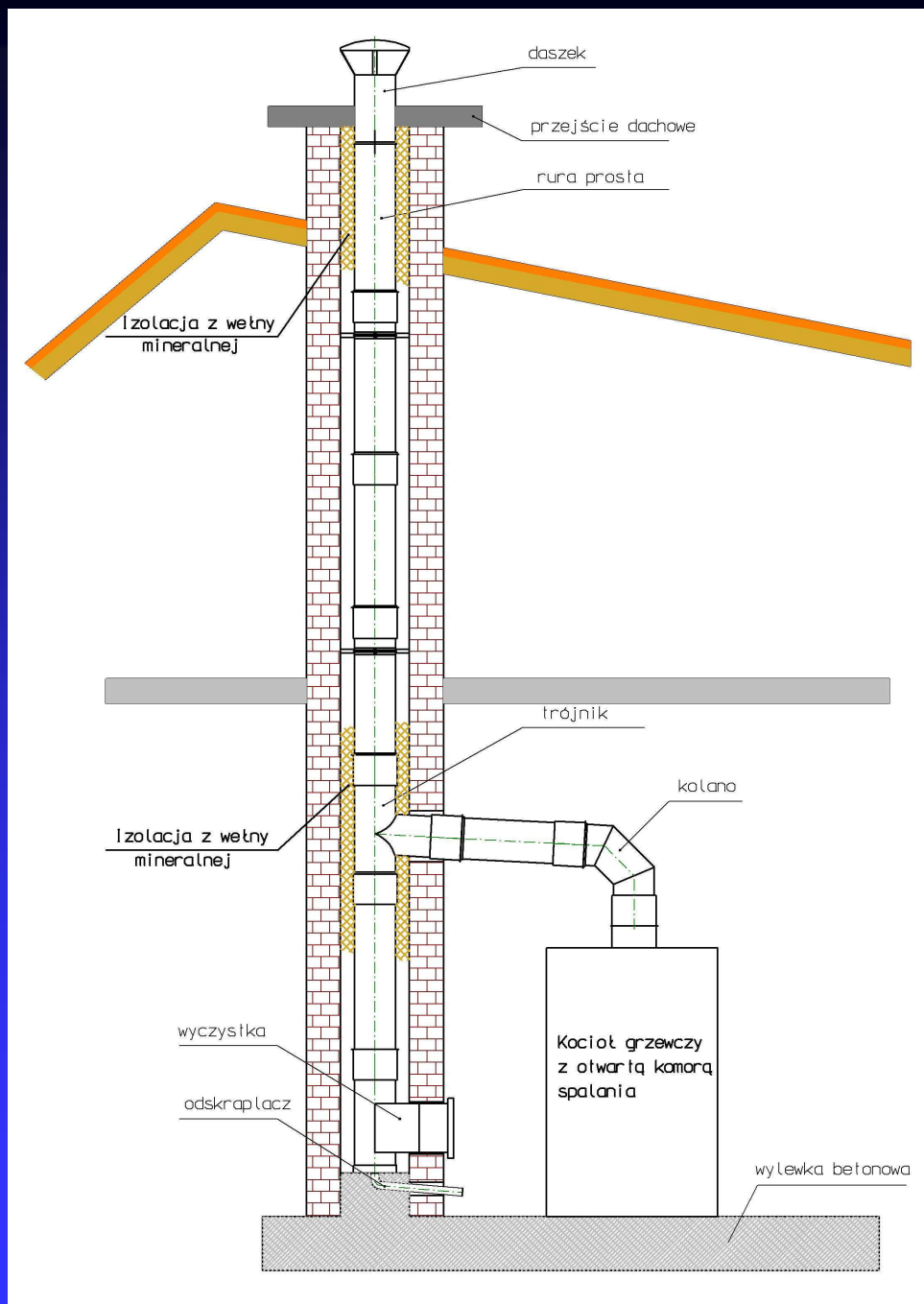
## Europejska Klasyfikacja Urządzeń Grzewczych

- **Urządzenia typu B:** urządzenia z otwartą komorą spalania, powietrze do spalania jest pobierane z pomieszczenia w którym zamontowane jest urządzenie, produkty spalania są odprowadzane do przewodu kominowego.
- **Urządzenia typu C:** powietrze do spalania pobierane jest z zewnątrz pomieszczenia, produkty spalania wyprowadzane są za pomocą przewodu kominowego na zewnątrz.

## Charakterystyka urządzeń grzewczych typu B, z otwartą komorą spalania

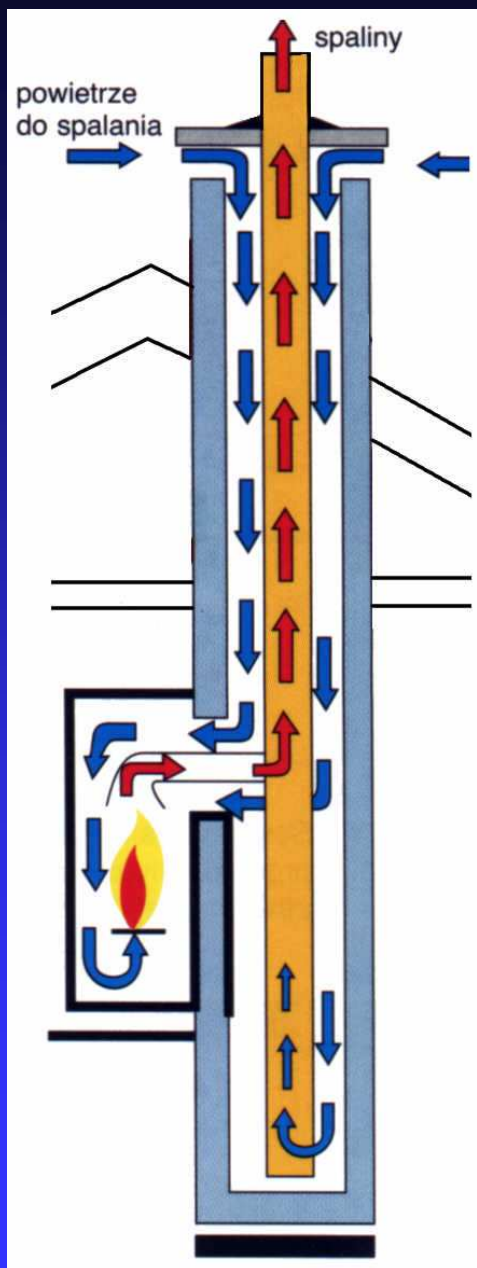
- Typ B1 – kotły i grzejniki c.w.u. z odprowadzaniem spalin z wykorzystaniem ciągu naturalnego
- Typ B2 – kotły odprowadzaniem spalin z wykorzystaniem ciągu wymuszonego (np. palniki nadmuchowe lub wentylatorowe)

# Przykład urządzenia z otwartą komorą spalania, typu B



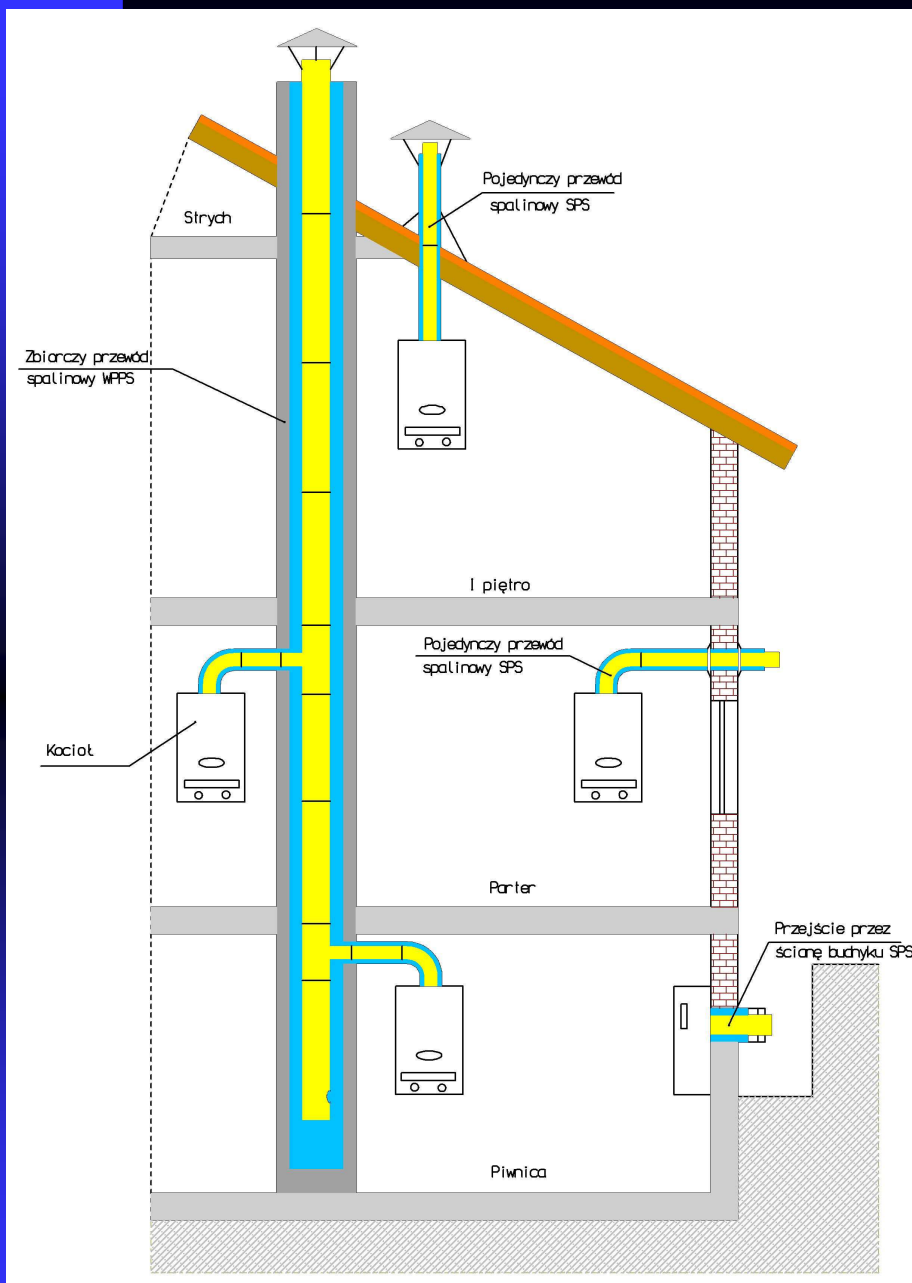
# Charakterystyka urządzeń grzewczych typu C, z zamkniętą komorą spalania

- Urządzenia grzewcze typu C z zamkniętą komorą spalania, są to urządzenia w których komora spalania jest szczelna w stosunku do pomieszczenia w którym urządzenie jest zamontowane, powietrze do spalania dostarczane jest specjalnym przewodem typu SPS z zewnątrz budynku, a spaliny wyprowadzane są przy użyciu wentylatora na zewnątrz budynku.  
Przewód spalinowy musi wykazywać odporność na ciśnienie 200 Pa.
- Urządzenia typu C dzielimy na:
  - ◆ urządzenia z zamkniętą komorą spalania typu „turbo” (temperatura spalin powyżej 120 - 150°C)
  - ◆ urządzenia kondensujące, (temperatura spalin 30 - 50°C).



Schemat działania urządzenia grzewczego typu C, zamkniętą komorą spalania

System kominowy wykorzystywany jest jako wymiennik ciepła, pracujący w przeciwnym kierunku



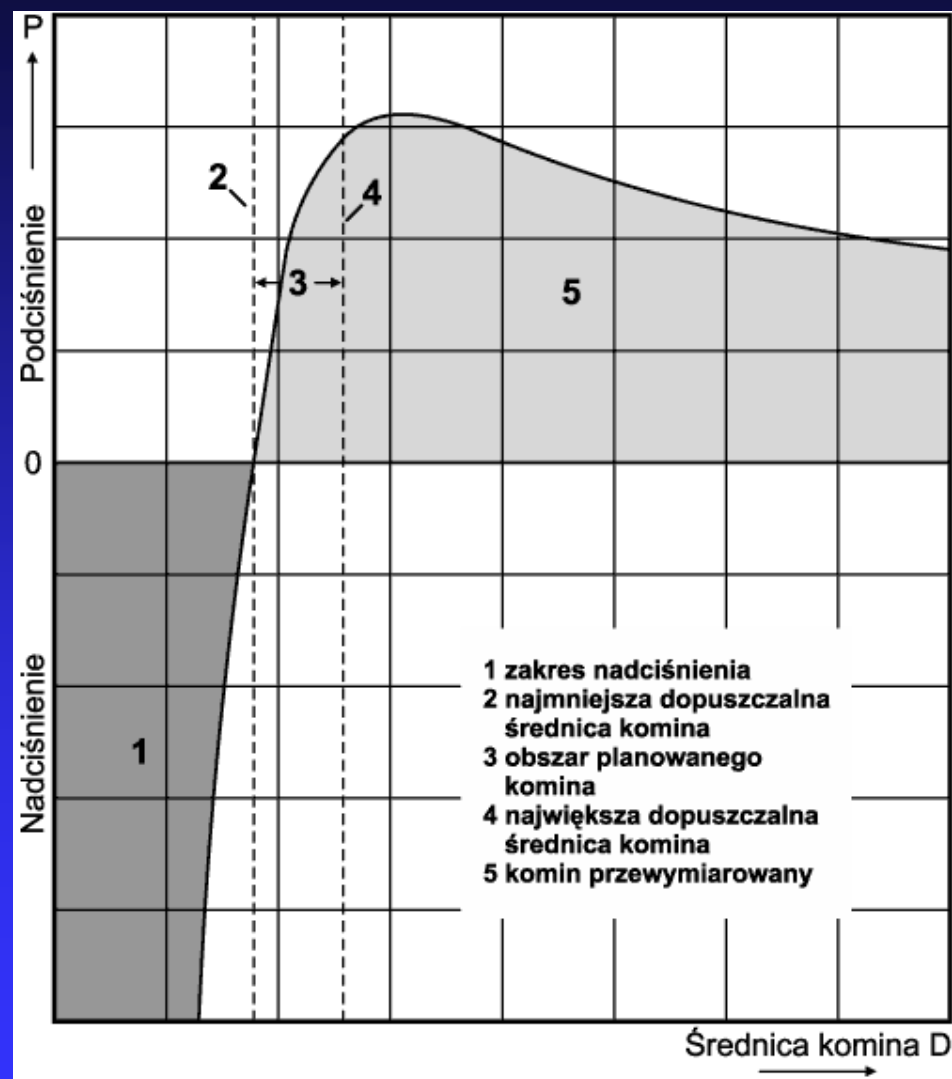
Techniczne  
możliwości montażu  
urządzeń typu C  
„turbo” z zamkniętą  
komorą spalania

# Dobór systemu kominowego

- Dla uzyskania odpowiedniej efektywności urządzeń grzewczych, należy dobrać odpowiedni rodzaj systemu kominowego w zależności od:
  - rodzaju paliwa (węgiel, olej opałowy, gaz)
  - rodzaju urządzenia grzewczego
  - mocy cieplnej urządzenia

- Dobór systemu kominowego zależy jest od:
  - obliczenia oporów przepływu
  - obliczeń cieplnych
  - temperatury spalin
  - rodzaju materiałów systemu kominowego
  - geometrycznych ograniczeń wysokości

# Dobór średnicy komina na podstawie wykresów



## Normy do obliczeń cieplnych i przepływowych dla urządzeń grzewczych na paliwa stałe, ciekłe i gazowe

- PN-EN 1443:2005  
Kominy - Wymagania ogólne
- PN-EN 13384-1:2004  
Kominy -- Metody obliczeń cieplnych i przepływowych -  
Część 1: Kominy z podłączonym jednym paleniskiem
- PN-EN 13384-2:2005  
Kominy -- Metody obliczeń cieplnych i przepływowych --  
Część 2: Kominy z podłączonymi wieloma paleniskami
- PN-EN 13384-3:2006 (U)  
Kominy -- Metody obliczeń cieplnych i przepływowych --  
Część 3: Metody przygotowywania wykresów i tablic  
dotyczących kominów z podłączonym jednym paleniskiem

- pr EN 14989:1  
Kominy oraz systemy przewodów doprowadzających powietrze do urządzeń z zamkniętą komorą spalania -- Wymagania i metody badań - Część 1: Pionowe końcówki do urządzeń typu C6
- prEN 14989:2  
Kominy oraz systemy przewodów doprowadzających powietrze do urządzeń z zamkniętą komorą spalania -- Wymagania i metody badań -- Część 2: Kanały spalinowe i powietrzne do indywidualnych urządzeń z zamkniętą komorą spalania
- prEN 15287-2  
Kominy – Projektowanie, instalacja i odbiór układów kominowych – część 2: Kominy do urządzeń grzewczych z zamkniętą komorą paleniskową

## Współczynniki przewodności cieplnej $\lambda$ dla wybranych materiałów konstrukcyjnych systemów kominowych

Rodzaj materiału do budowy komina	Gęstość (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura średnia		
		20°C	100°C	200°C
		$\lambda$ (W/m K)		
Cegły o pełnej strukturze	1200	0,60	0,63	0,66
Cegły do wypełnienia	2000	1,15	1,20	1,26
Beton lekki o zamkniętej strukturze	1200	0,74	0,81	0,87
	2000	1,92	2,11	2,26
Beton lekki o otwartej strukturze	1200	0,55	0,60	0,65
	2000	1,44	1,55	1,70
Beton lekki o otwartej strukturze (na bazie natur.)	900	0,34	0,38	0,42
	1200	0,49	0,46	0,61
Stal stopowa nierdzewna		17	17	17

# Pojemności cieplne wybranych rodzajów systemów kominowych

Rodzaj systemu kominowego	Grubość ścianki (mm)	Pojemność cieplna (Wh/m <sup>3</sup> )
stal kwasoodporna	0,6	115
	2,0	380
szamotowy	20	1850
	30	2800
murowany	115	9500
	240	19000

Obliczenia wymiany ciepła systemów kominowych SPS zgodnie z normą pr EN 14989 „Kominy oraz systemy przewodów doprowadzających powietrze do urządzeń z zamkniętą komorą spalania – Wymagania i metody badań- Część 2: Kanały spalinowe i powietrzne do indywidualnych urządzeń z zamkniętą komorą spalania.”

$$\text{Nu}_B = \left( \frac{\psi_B}{\psi_{\text{smooth}B}} \right)^{0,67} \cdot 0,0214 \cdot (\text{Re}_B^{0,8} - 100) \cdot \text{Pr}_B^{0,4} \cdot \left( 1 + \frac{D_{hB}}{L} \right)^{0,67}$$

# Efektywność energetyczną koncentrycznego systemu spalinowego (SPS) wyznacza się z równań kryterialnych

$$Nu = C \cdot Re^A \cdot Pr^B$$

gdzie: Nu – liczba Nuselta,  
Re – liczba Reynoldsa,  
Pr – liczba Prantla,  
C – współczynnik zależny od rodzaju gazu,  
A, B – wykładniki potęgowe.

W przypadku przepływu w rurze czynnika o małej lepkości (gazu) dla liczby  $Re > 2100$  współczynniki przyjmują wartości:

$$C = 0,023$$

$$A = 0,8$$

$$B = 0,4$$

Obliczenia można oprzeć na uproszczonym wzorze Schacka:

$$\alpha = \varphi \cdot \frac{w_0^{0,75}}{d^{0,25}}$$

gdzie:  $w_0$  – prędkość gazu w temperaturze 0 °C i pod ciśnieniem 760 mm Hg, m/s,

$\varphi$  – funkcja Schacka,

$d$  – średnica rury, m.

Funkcja Schacka dla przepływu burzliwego gazów w rurach przybiera następujące postaci:

- dla powietrza

$$\varphi = 3,55 + 0,168 \frac{t}{100}$$

- dla spalin

$$\varphi = 3,6 + 0,22 \frac{t}{100}$$

Współczynnik przenikania ciepła dla tego systemu można wyznaczyć za pomocą następującego równania:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

gdzie:  $k$  – współczynnik przenikania ciepła,  $W/(m^2 \cdot K)$

$s$  – grubość rury,  $m$ ,

$\lambda$  – współczynnik przewodności rury,  $W/(m \cdot K)$ ,

$\alpha_1$  i  $\alpha_2$  – współczynnik wnikania ciepła od strony powietrza i spalin,  $W/(m^2 \cdot K)$ .

# Specyfikacja materiału przewodu spalinowego w systemach SPS zgodnie z normą prEN 14989-2:2007 (E) p. 10.5.2

Typ materiału	Nr materiału	Symbol
10	EN AW – 4047A	EN AW Al Si 12A <sup>a</sup>
11	EN AW – 1200A	....aluminium
13	EN AW – 6060	EN AW-AL 99,0
20	1.4301	EN AW Al Mg Si
30	1.4307	X5CrNi 18-10
40	1.4401	X2CrNi 18-9
50	1.4404 <sup>b</sup>	X5CrNiMo 17-12-2
60	1.4432	X2CrNiMo 17-12-2
70	1.4539	X2CrNiMo 17-12-3
99 <sup>c</sup>		X1NiCrMoCu 25-20-5

# Wymagania porównawcze dla pomieszczeń przeznaczonych do montażu urządzeń grzewczych

Lp.	Parametry pomieszczenia	Jednostka	Typ urządzeń grzewczych	
			Urządzenia typu B	Urządzenia typu C
1.	Minimalna kubatura pomieszczeń	[m <sup>3</sup> ]	8,00	6,50
2.	Minimalna wysokość pomieszczeń	[m]	2,20	2,20
3.	Obciążenie cieplne pomieszczenia nie przeznaczonego na stały pobyt ludzi	[kW/m <sup>3</sup> kubatury]	0,93	brak wymagań
4.	Wymagania dla przewodu kominowego w pomieszczeniu	-	obowiązkowo	system powietrzno - spalinowy
5.	Możliwość instalowania w pomieszczeniach mieszkalnych	-	zabronione	tak – możliwość montażu w pomieszczeniach mieszkalnych
6.	Orientacyjna cena urządzenia dla mocy 20 kW	PLN	1400 ÷ 1800	2200 ÷ 2600

## ZALECANE MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE DLA SYSTEMÓW KOMINOWYCH DLA RÓŻNEGO RODZAJU PALIW W WARUNKACH POLSKICH

Rodzaj paliwa	Typ urządzenia grzewczego	Klasa temper.	Klasa szczelności	Klasa odporności na kondensat	Klasa odporności na korozje	Klasa odporności na pożar sadzy	Zalecany rodzaj materiału komina
Węgiel	B	T600	N2	D	3	G	ceramika, cegła, beton, szamot
Koks	B	T600	N2	D	3	G	ceramika, cegła, beton, szamot
Torf	B	T600	N2	D	3	G	ceramika, cegła, beton, szamot
Drewno	B	T450	N2	D	3	G	ceramika, cegła, beton, szamot
	B			W	2	G	stal żaroodporna
Olej opałowy	B	T400	N1	W	2	G	stal kwasoodporna
Gaz ziemny	B	T250	N1	W	1	G	stal kwasoodporna
Gaz ziemny	C	T200	P1	W	1	O	stal kwasoodporna
Gaz ziemny	C <sub>6</sub>	T180	P2	W	1	O	stal kwasoodporna

Dziękuję za uwagę

**V KONGRES INSTALEXPO 2007**