



ZRZESZENIE
AUDYTORÓW
ENERGETYCZNYCH

Zrzeszenie Audytorów Energetycznych

ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa

NIP: 526-24-68-043 · KRS: 0000159593

tel.: +48 505 676 805 · fax: +48 22 825 86 70

e-mail: zae@zae.org.pl · <https://zae.org.pl>

Wyznaczanie sprawności cząstkowych systemów na podstawie aktualnych norm

Adrian Trząski

atrzaski@fpe.org.pl

Sprawność systemów

$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s}$	
$\eta_{H,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania,
$\eta_{H,g}$	średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła,
$\eta_{H,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej,
$\eta_{H,d}$	średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej,
$\eta_{H,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania.

$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,e} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s}$	
$\eta_{W,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody,
$\eta_{W,g}$	średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła,
$\eta_{W,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła (przyjmuje się 1)
$\eta_{W,d}$	średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do zaworów czerpalnych,
$\eta_{W,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu przygotowania cwu.

Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła

- kotły – PN-EN 15316 4-1 – charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa)
- pompy ciepła - EN 15316 4-2 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-2: Źródła ciepła w pomieszczeniach, instalacje z pompami ciepła,
- węzły ciepłowniczy - Norma PN-EN 15316-4-5 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu - Część 4-5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne

Sprawność sezonowa kotłów

Norma PN-EN 15316 4-1, pozwala na określenie sprawności kotłów przy pełnym oraz częściowym obciążeniu:

- 1) Na podstawie wartości domyślnych
- 2) Na podstawie danych produktu (na podstawie odrębnych norm)
- 3) Na podstawie danych pomiarowych



POLSKA NORMA

ICS 91.140.10

PN-EN 15316-4-1

Wprowadza
EN 15316-4-1:2017, IDT

Zastępuje
PN-EN 15316-3-3:2007
PN-EN 15316-4-1:2008
PN-EN 15316-4-7:2009

Charakterystyka energetyczna budynków

Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu

Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa), Moduł M3-8-1, M8-8-1

Norma Europejska EN 15316-4-1:2017 *Energy performance of buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-1: Space heating and DHW generation systems, combustion systems (boilers, biomass), Module M3-8-1, M8-8-1* ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2017

nr ref. PN-EN 15316-4-1:2017-08

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakiegokolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

ISBN 978-83-276-7923-2

Określenie sprawności na podstawie wartości domyślnych

Określenie sprawności kotłów przy pełnym oraz częściowym obciążeniu:

$$\eta_{gen;Pn} = \frac{c_1 + c_2 \cdot \log P_n}{c_3 + \frac{100}{c_4} \cdot \log P_n}$$
$$\eta_{gen;Pint} = \frac{c_3 + \frac{100}{c_4} \cdot \log P_n}{100}$$

Określenie wartości strat postojowych:

$$f_{gen;ls;P0} = \frac{c_5 (P_n)^{c_6}}{100}$$

- 1) Typ kotła
- 2) Moc kotła
- 3) Stopień obciążenia
- 4) Parametry czynnika grzewczego
- 5) Okres działania kotła
- 6) Temperatura powietrza w kotłowni

Przykład obliczeniowy (adaptacja na podstawie EN 15316 4-1 2007)

Kocioł kondensacyjny, rok produkcji przed 1987

Moc – $P_n = 50$ kW

Średnie obciążenie $P_x = 17,5$ kW

Średni współczynnik obciążenia – $FC = 0.35$

Długość okresu obliczeniowego – $t = 220$ dni

Średnia temperatura czynnika grzewczego –
 $t_H = 41,1^\circ\text{C}$ (55/45°C)

1) Sprawności w warunkach nominalnych

$$\eta_{gen;Pn} = \frac{89+7 \cdot \log 50}{100} = 0,907$$

$$\eta_{gen;Pint} = \frac{95+1 \cdot \log 50}{100} = 0,967$$

2) Skorygowane sprawności dla warunków obliczeniowych

$$\eta_{gen;Pn;corr} = 0,907 + 0,2(70 - 41,1) = 0,965$$

$$\eta_{gen;Pint;corr} = 0,967 + 0,2(30 - 41,1) = 0,945$$

3) Strata postojowa

$$f = \frac{7 \cdot 50^{-0,37}}{100} = 0,0165 \text{ W/kW}$$

4) Średnia sprawność

$$\eta_{gen;avg} = \frac{(17,5 - 15)}{50 - 15} (0,965 - 0,945) + 0,945 = 0,946$$

5) Średnia sprawność sezonowa

$$\eta_{H,g} = \frac{1}{\frac{1}{0,946} + 0,0165} = 0,932$$

Porównanie danych wskaźnikowych oraz wyników uzyskanych na podstawie PN-EN 15316 4-1

Typ kotła	Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)	PN EN 15316 4-1	
		od	do
Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86	0,75	0,85
Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW,	0,87	0,80	0,90
b) powyżej 50 do 120 kW,	0,91	0,80	0,90
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,95	0,82	0,92
Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW,	0,91	0,88	0,99
b) powyżej 50 do 120 kW,	0,92	0,89	0,99
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,95	0,90	1,00
Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW	0,94	0,90	1,00
b) powyżej 50 do 120 kW	0,95	0,90	1,01
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,98	0,91	1,02

Sprawność pomp ciepła na podstawie EN 15316 4-2

Norma EN 15316 4-2: 2017 umożliwia wykorzystanie do określenia wydajności grzewczej dwie metody:

- Obliczenia COP w oparciu o obciążenie pełne na podstawie normy EN 14511 (ścieżka A)
- Obliczenia COP w oparciu o obciążenie częściowe na podstawie normy EN 14825 (ścieżka B)

Typ	th	sCOP		
		PN-EN 14825 (Colder)	PN-EN 14825 (Warszawa)	Met. 2015
	oC	-	-	-
AW	35	2.6	2.9	3.0
	55	2.1	2.2	2.6
BW	35	4.3	4.6	4.0
	55	3.6	4.0	3.5

Air-Water heat pumps - Weighting factors for calculation of the COP										
										Air
Water		0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	$\Delta\theta_{In,ref}$
		-15 °C	-15 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	20 °C	20 °C	20 °C	ϑ_m
$\Delta\theta_{out,ref}$	ϑ_{out}									Weighting factor ϑ_{ou}
3	25									1
3	25									1.1
5	35					$COP_{gen,Pn,ref}$				1
5	45									0.8
8	55									0.8
10	65									0.8
	Weighting factor ϑ_m	1	0.8	0.5	0.8	1	1.25	1	1.0	

Figure 1. Performance matrix with default values EN 15316-4-2: 2017.

Input data based on EN 14825 test results								
Point	Load Ratio for different climates			Output temperature			Thermal capacity	
	Average %	Warm %	Cold %	COP $\theta_m;\theta_{out,ref}$			$\Phi \theta_m;\theta_{out,ref}$	
A	0,88		0,61					
B	0,54	1,00	0,37					
C	0,35	0,64	0,24					
D	0,15	0,29	0,11					
E	TOL							
F	θ_{biv}	θ_{biv}	θ_{biv}					
G			0,82					
Term				Unit	Symbol	Value		
Thermostat off				kW	P_h to			
Standby				kW	P_ stby			
Off mode				kW	P_ off			
Pdegration				kW	P_ cd			
Degradation factor				-	f_ cd			

Figure 3. Product fiche related to EN 14825.

Heat pump standard EN 15316-4-2

– From compliance to real consumption, REHVA Journal – December 2020



Sprawność węzłów ciepłowniczych na podstawie EN 15316 4-5

Obliczenia wykonywane na podstawie wielkości strat ciepła dla węzła:

$$Q_{BS} = H_{BS} \cdot (\theta_{BS} - \theta_{amb})$$

gdzie:

H_{BS} - współczynnik strat ciepła, kWh/K

θ_{BS} - średnia temperatura węzła, K

θ_{amb} - średnia temperatura pomieszczenia węzła, K

$$H_{BS} = B_{BS} \cdot \Phi_{BS}^{1/3}$$

B_{BS} - współczynnik zależny od typu węzła

Φ – moc nominalna węzła

Table B. Coefficient B_{BS} as a function of insulation class and type of network

	Insulation class of the components of the dwelling substation according to prEN ISO 12241			
	4	3	2	1
Insulation of secondary circuit	4	3	2	1
Insulation of primary circuit	5	4	3	2
Type of network	Coefficient B_{BS} [-]			
Hot water, low temperature	3.5	4.0	4.4	4.9
Hot water, high temperature	3.1	3.5	3.9	4.3
Vapour, low pressure	2.8	3.2	3.5	3.9
Vapour, high pressure	2.6	3.0	3.3	3.7

Table B. — Primary temperature $\Theta_{p,BS}$ and coefficient D_{BS} according to the type of dwelling substation

Type of dwelling substation	Primary temperature $\Theta_{p,BS}$ (°C)	Coefficient D_{BS} (-)
Hot water, low temperature	105	0.6
Hot water, high temperature	150	0.4
Vapour, low Pressure	110	0.5
Vapour, high Pressure	180	0.4

źródło: prEN 15316-4-5:2006

Porównanie wartości sprawności węzłów określonej na podstawie EN 15316 4-5 i metodologii 2015

Przykładowe wyniki obliczeń na podstawie EN 15316 4-5

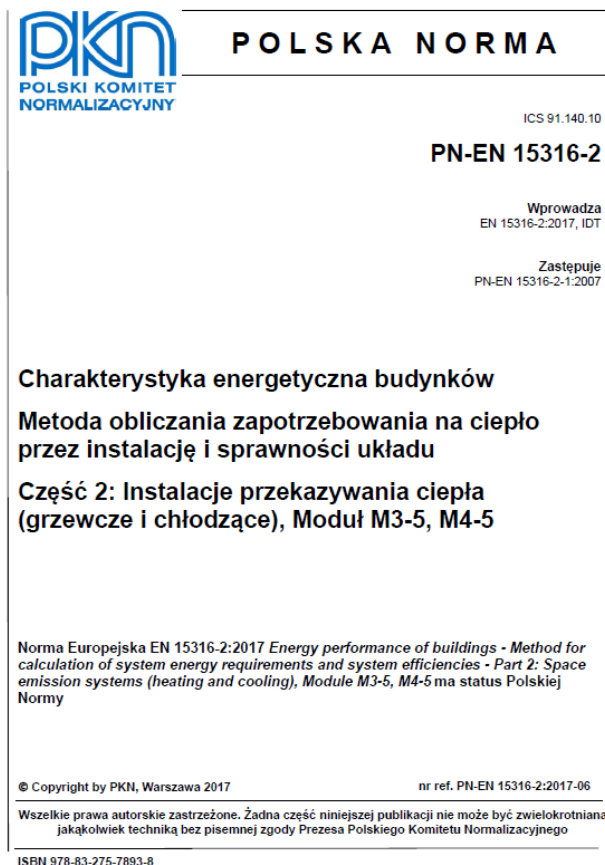
Izolacja węzła	Budynek jednorodzinny		Budynek wielorodzinny	
	grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
Brak izolacji	0,94	0,92	0,97	0,96
Węzeł zaizolowany	0,95	0,94	0,98	0,97

Wartości tabelaryczne (metodologia 2015)

29	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej:	
	a) do 100 kW, b) powyżej 100 kW	0,98 0,99
30	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej:	
	a) do 100 kW, b) powyżej 100 do 300 kW, c) powyżej 300 kW	0,91 0,93 0,95

Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej

Metodykę obliczania strat ciepła związanych z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła w pomieszczeniach opisuje norma PN-EN 15316-2 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 2: Instalacje przekazywania ciepła (grzewcze i chłodzące)



PN-EN 15316-2 – określenie strat ciepła

Straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła w pomieszczeniach dla poszczególnych miesięcy można określić na podstawie zależności:

$$\Delta Q_{em} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_H$$

gdzie:

ΔQ_{em} roczne straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła, kWh/rok;

Q_H roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji, kWh/rok,

f_{hydr} współczynnik korekcyjny ze względu na zrównoważenie hydrauliczne instalacji, [-],

f_{im} współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w działaniu instalacji grzewczej (jako przerwy w działaniu należy rozumieć, występowanie zgodnego z harmonogramem czasowym obniżen temperatury w przestrzeni ogrzewanej), w przypadku ciągłej pracy instalacji grzewczej $f_{im}=1,0$

f_{rad} współczynnik korekcyjny ze względu na wpływ wymiany ciepła na drodze promieniowania (uwzględniany jedynie w przypadku systemów ogrzewania promiennikowych),

η_{em} obliczeniowa średnia sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej.

PN-EN 15316-2 – określenie strat ciepła

Obliczeniową sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej można określić za pomocą zależności:

$$\eta_{em} = \frac{1}{\left(4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})\right)}$$

gdzie:

η_{str} sprawność wynikająca z pionowego gradientu temperatury w przestrzeni ogrzewanej,

η_{ctr} sprawność wynikająca z działania wykorzystywanego systemu regulacji temperatury w przestrzeni ogrzewanej,

η_{emb} sprawność wynikająca z występowania strat przez przegrody zewnętrzne.

Uwaga: wartości sprawności cząstkowych określone są w załącznikach A oraz B normy, przy czym wartości w aneksie B stanowią wartości domyślne, podczas gdy wartości w załączniku A powinny zostać określone na poziomie krajowym



Przykład adaptacji PN-EN 15316-2 do obliczenia $\eta_{H,e}$

$$\eta_{H,e} = \frac{\eta_{em}}{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}$$

1. Ogrzewanie wysokoparametrowe (90/70°C), instalacja zrównoważona hydraulicznie
2. Ogrzewanie wysokoparametrowe (90/70°C), instalacja niezrównoważona hydraulicznie
3. Ogrzewanie niskoparametrowe (55/45°C), instalacja zrównoważona hydraulicznie
4. Ogrzewanie niskoparametrowe (55/45°C), instalacja niezrównoważona hydraulicznie

Rodzaj systemu ogrzewania	Metodologia Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	PN-EN 15316 2-1			
		1	2	3	4
Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji:					
a) centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,77	0,80	0,76	0,82	0,78
b) automatycznej miejscowej	0,82	0,86	0,81	0,88	0,83
c) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K	0,88	0,89	0,84	0,92	0,87
d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K	0,89	0,91	0,86	0,94	0,88
d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą	0,93	0,94	0,89	0,97	0,92



Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej

Metodykę obliczania strat ciepła związanych z działaniem systemu przesyłu ciepła ze źródła ciepła do ogrzewanych pomieszczeń opisuje norma PN-EN 15316-3 -

Charakterystyka energetyczna budynków. - Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawność układu.

Część 3 – Instalacje rozprowadzenia (c.w.u., ogrzewanie i chłodzenie)



POLSKA NORMA

ICS 91.140.10; 91.140.30; 91.140.85

PN-EN 15316-3

Wprowadza
EN 15316-3:2017, IDT

Zastępuje
PN-EN 15316-2-3:2007
PN-EN 15316-3-2:2007

Charakterystyka energetyczna budynków

**Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło
przez instalację i sprawności układu**

**Część 3: Instalacje rozprowadzenia (c.w.u.,
ogrzewanie i chłodzenie), Moduł M3-6, M4-6, M8-6**

Norma Europejska EN 15316-3:2017 *Energy performance of buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3: Space distribution systems (DHW, heating and cooling), Module M3-6, M4-6, M8-6* ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2017

nr ref. PN-EN 15316-3:2017-06

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

ISBN 978-83-275-7894-5

Straty ciepła związane z przesylem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej

Sprawność przesylu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej można określić na podstawie zależności:

$$\eta_{H,d} = \frac{Q_{H,nd}}{Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,d}}$$

$Q_{H,nd}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, kWh,
 $\Delta Q_{H,d}$ roczne straty ciepła związane z przesylem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej, kWh.

PN-EN 15316-3 –Wartość rocznej straty ciepła

W przypadku gdy źródło ciepła lub elementy instalacji rozprowadzającej, znajdują się poza przestrzenią ogrzewaną, wartość sezonowych strat ciepła w systemie ogrzewania w instalacji przesyłu ciepła można obliczać na podstawie zależności:

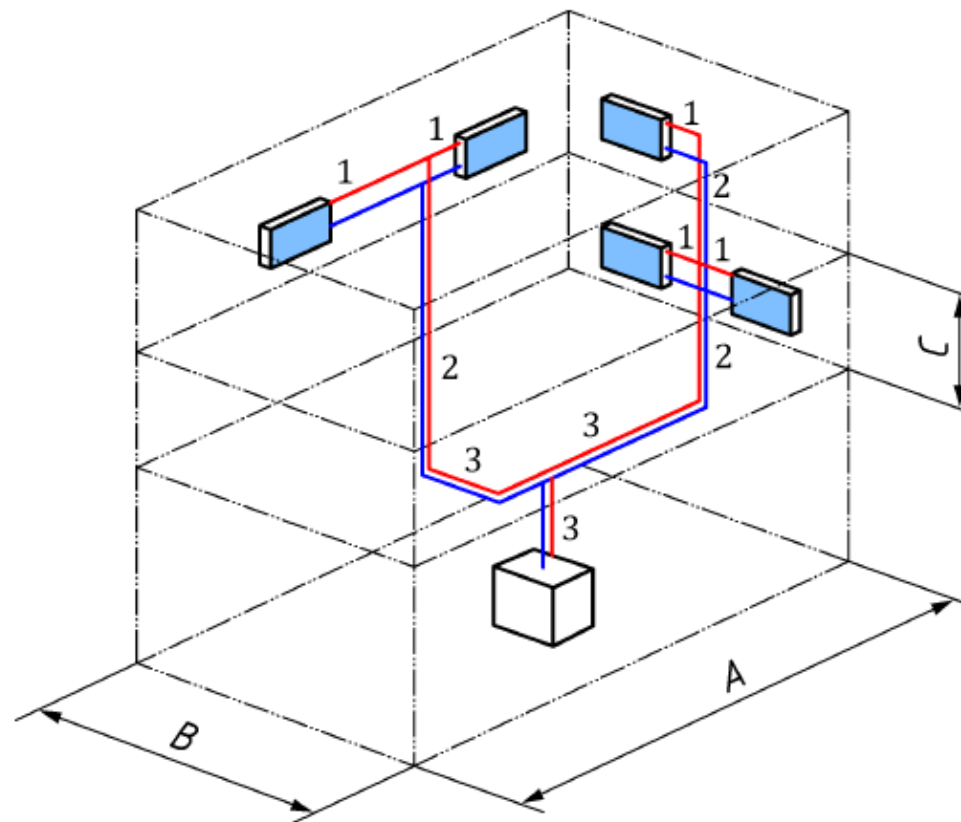
$$Q_{H,d} = \sum_j k_{L,u,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_{u,j} \cdot t_H$$

$k_{L,u}$	liniowy współczynnik przenikania ciepła, odcinka w przestrzeni nieogrzewanej, W/mK
θ_m	średnia temperatura czynnika grzewczego, °C,
θ_i	średnia temperatura otoczenia, °C,
L	zastępcza długość odcinka uwzględniająca armaturę oraz podpory m,
t_H	liczba godzin grzewczych, h,
j	numer odcinka.

Długości przewodów w instalacji grzewczej

Długości przewodów w instalacji grzewczej powinny być określone na podstawie dokumentacji projektowej, w przypadku jej braku można posłużyć się wartościami przybliżonymi

Typ instalacji	Rozprowadzenie do pionów L_v	Piony L_s	Przewody przyłączeniowe grzejników L_a
Piony prowadzone w ścianach zewnętrznych	$2 \cdot L + 0,01625 \cdot L \cdot B^2$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$
Piony prowadzone wewnątrz budynku	$2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$
Instalacja jednorurowa	$2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L + B) \cdot n_G$	$0,1 \cdot L \cdot B \cdot n_G$



Wartości współczynnika przenikania ciepła

jednostkowe straty ciepła wg. Metodyki 2015

DN	Brak izolacji	Połowa wymaganej grubości	Wymagana grubość	2 krotność wymaganej grubości
mm	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK
10	0,546	0,211	0,160	0,120
15	0,676	0,243	0,180	0,133
20	0,854	0,286	0,207	0,149
25	1,069	0,337	0,240	0,169
32	1,345	0,327	0,225	0,157
40	1,533	0,307	0,208	0,146
50	1,913	0,317	0,211	0,147
65	2,415	0,305	0,202	0,140
80	2,821	0,314	0,206	0,142
100	3,627	0,326	0,211	0,144
125	4,433	0,378	0,240	0,161
150	5,239	0,430	0,268	0,176

Wartości współczynnika przenikania ciepła określone dla grubości izolacji zgodnej z WT

Parametry systemu ogrzewania	Grubość izolacji termicznej przewodów	q _{li} [W/m]							
		W przestrzeni nieogrzewanej				W przestrzeni ogrzewanej			
		DN ^(*) 10-15	DN ^(*) 20-32	DN ^(*) 40-65	DN ^(*) 80-100	DN ^(*) 10-15	DN ^(*) 20-32	DN ^(*) 40-65	DN ^(*) 80-100
90/70°C stałe	niezaizolowane	39,3	65,0	106,8	163,2	34,7	57,3	94,2	144,0
	½ wymaganej grubości izolacji ^(*)	20,1	27,7	38,8	52,4	17,8	24,4	34,2	46,2
	Wymagana grubość izolacji ^(*)	10,1	12,6	12,1	12,1	8,9	11,1	10,7	10,7
	2-krotność wymaganej grubości izolacji ^(*)	7,6	8,1	8,1	8,1	6,7	7,1	7,1	7,1
90/70°C regulowane	niezaizolowane	24,3	40,1	66,0	100,8	19,6	32,5	53,4	81,6
	½ wymaganej grubości izolacji ^(*)	12,4	17,1	24,0	32,4	10,1	13,9	19,4	26,2
	Wymagana grubość izolacji ^(*)	6,2	7,8	7,5	7,5	5,0	6,3	6,0	6,0
	2-krotność wymaganej grubości izolacji ^(*)	4,7	5,0	5,0	5,0	3,8	4,0	4,0	4,0
70/55°C regulowane	niezaizolowane	18,5	30,6	50,3	76,8	13,9	22,9	37,7	57,6
	½ wymaganej grubości izolacji ^(*)	9,5	13,0	18,3	24,7	7,1	9,8	13,7	18,5
	Wymagana grubość izolacji ^(*)	4,7	5,9	5,7	5,7	3,6	4,4	4,3	4,3
	2-krotność wymaganej grubości izolacji ^(*)	3,6	3,8	3,8	3,8	2,7	2,8	2,8	2,8

Sprawność przesyłu – analiza porównawcza

Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

		Jednorodzinny		Wielorodzinny	
Wentylacja	jedn.	graw.	mech.	graw.	mech.
Szerokość budynku (B)	m	9,24		11,62	
Długość budynku (L)	m	9,33		19,40	
Liczba kondygnacji (n)		2		8	
Wysokość kondygnacji	m	2,9		2,9	
Powierzchnia strefy	m ²	150		1634	
Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	kWh	16304	12953	89514	54164
Sprawność regulacji i wykorzystania				0,88	
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem sprawności regulacji i wykorzystania	kWh	18527	14719	101720	61550
Temperatura instalacji co zasilania/powrotu	°C			90/70	
Temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C			20	
Temperatura w przestrzeni nieogrzewanej	°C			13	
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	kW	8,43	8,14	46,3	34,0
Długość sezonu grzewczego	h			5000	

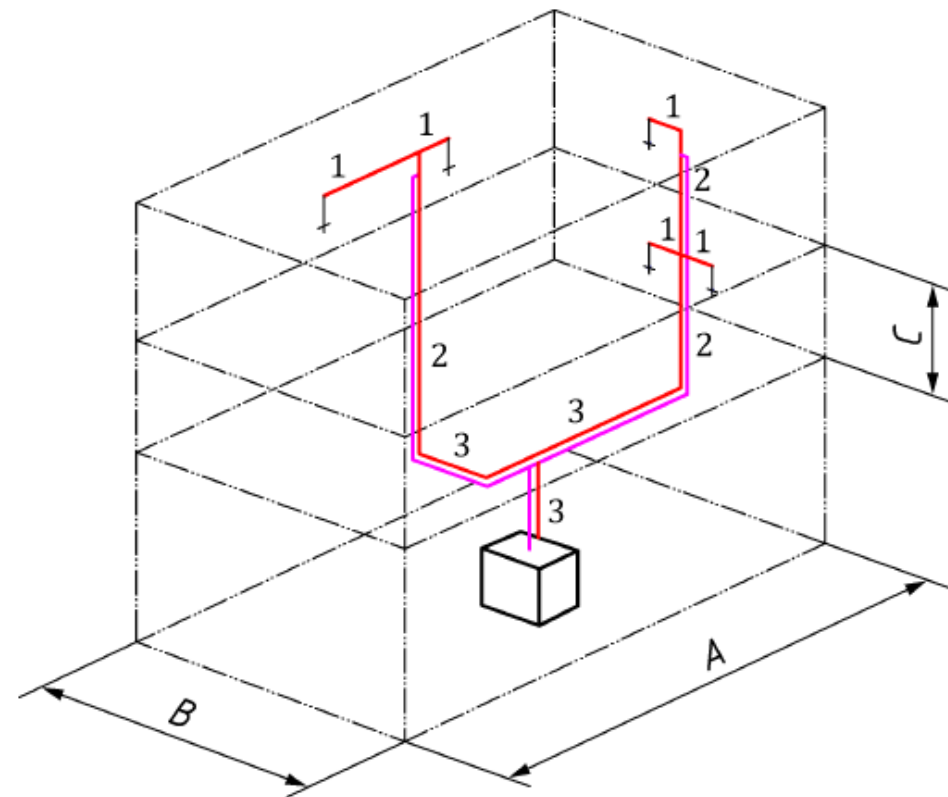
Wyniki analizy

	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
Rodzaj systemu ogrzewania	grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku: – z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				
metoda uproszczona PN-EN 15316-3	0,92	0,91	0,98	0,98
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda wskaźnikowa	0,93	0,91	0,97	0,96
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna			0,9	
– z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				
metoda uproszczona PN-EN 15316-3	0,71	0,69	0,61	0,52
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda wskaźnikowa	0,62	0,56	0,74	0,63
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna			0,8	

Długości przewodów w instalacji cwu

Długości przewodów w instalacji cwu powinny być określone na podstawie dokumentacji projektowej, w przypadku jej braku można posłużyć się wartościami przybliżonymi

Typ instalacji	Rozprowadzenie do pionów L_V	Piony L_S	Przewody do punktów poboru L_{SL}
Długość pętli cyrkulacyjnej	$2 \cdot A + 0,0125 \cdot A \cdot B$	$0,075 \cdot A \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	
Długość głównego przewodu dystrybucyjnego	$A + 0,0625 \cdot A \cdot B$	$0,038 \cdot A \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	
Długość przewodów doprowadzających wodę do punktów poboru w przypadku, gdy piony prowadzone są w tej samej ścianie			$0,05 \cdot A \cdot B \cdot n_G$
Długość przewodów doprowadzających wodę do punktów poboru w pozostałych przypadkach			$0,075 \cdot A \cdot B \cdot n_G$



Sprawność przesyłu – analiza porównawcza

Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

Parametr	Jedn.	Jednorodzinny	Wielorodzinny
Powierzchnia mieszkalna	m ²	150	1634
Temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C	20	
Średnia temperatura zewnętrzna	°C	8,9	
Temperatura cwu w instalacji	°C	55	
Zapotrzebowanie na cwu	kWh/rok	4129	56227

Wyniki analizy

Rodzaj systemu ogrzewania	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
	przewody izolowane	przewody nieizolowane	przewody izolowane	przewody nieizolowane
metoda PN-EN 15316-3	0,63	0,25	0,83	0,50
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)– metoda wskaźnikowa	0,74	0,18	0,90	0,40
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna	0,60		0,60	0,50

Średnia roczna sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych

Metodykę obliczania wydajności wodnych podsystemów magazynujących używanych do ogrzewania, ciepłej wody użytkowej lub kombinacji obu układów opisano w normie PN-EN 15316-5:2017 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 5: Ogrzewanie pomieszczeń i instalacje magazynowania c.w.u. (bez chłodzenia).

Obliczenia wykonywane są na podstawie wartości postojowych strat ciepła w warunkach testowych określanych przez producenta oraz, rzeczywistych warunków eksploatacyjnych. Dla w pełni naładowanego zasobnika można zapisać:

$$Q_{sto;vol;ls,i} = \frac{H_{sto;ls}}{1000} \cdot (\vartheta_{sto;vol,i} - \vartheta_{sto;amb}) \cdot t_s$$

gdzie:

$H_{sto;ls}$ współczynnik postojowych strat ciepła, W/K,

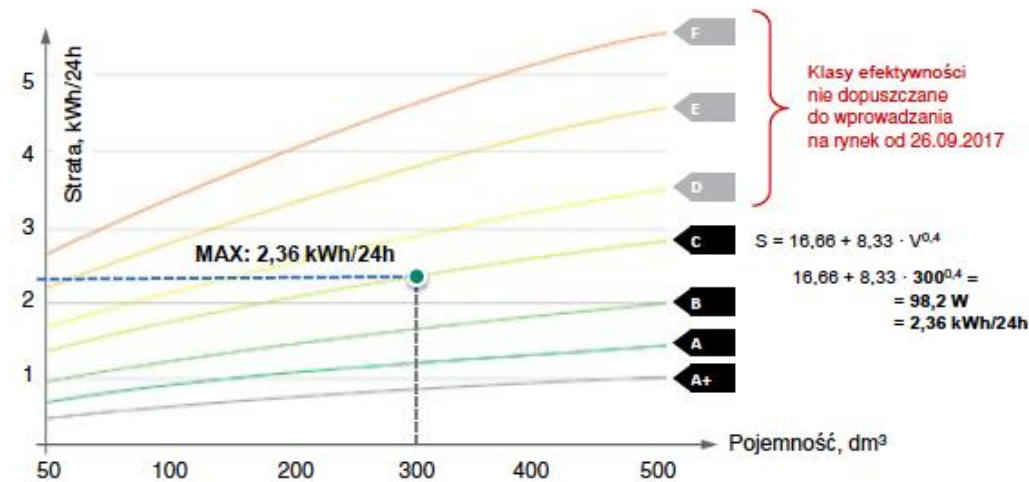
$\vartheta_{sto;vol,i}$ temperatura wody w zasobniku, °C,

$\vartheta_{sto;amb}$ temperatura otoczenia, °C.

t_s liczba godzin w analizowanym okresie.

Klasy energetyczne zasobników

Od 26.09.2015 r. urządzenia grzewcze muszą odpowiadać minimalnym wymaganiom pod względem efektywności energetycznej zgodnie z dyrektywą UE nr 2009/125/WE (ekoprojekt, ecodesign)



Klasyfikacja efektywności zasobników wody w zależności od pojemności
[Wymagania efektywności energetycznej dla pojemnościowych podgrzewaczy wody, Instal Reporter 10/2018]



Sprawność magazynowania – analiza porównawcza

Zakresy wartości straty postojowej dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE

Parametr	jednostka	Jednorodzinny	Wielorodzinny
powierzchnia mieszkalna	m ²	150	1634
temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C	20	
średnia temperatura zewnętrzna	°C	8,9	
temperatura cwu w instalacji	°C	55	
Zapotrzebowanie na cwu z uwzględnieniem sprawności przesyłu	kWh	6882	93711

Klasa energetyczna	200		2000	
	od	poniżej	od	poniżej
–	W	W	W	W
A+	0	32	0	72
A	32	43,9	72	97,4
B	43,9	61,4	97,4	136,0
C	61,4	86,0	136,0	190,9
D	86,0	107,0	190,9	237,0
E	107,0	139,7	237,0	311,7
F	139,7	169,7	311,7	379,4
G	169,7		379,4	

Obliczone wartości sprawności magazynowania dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE

Porównanie sprawności określonych na podstawie tabeli oraz metodyki wskaźnikowej przedstawionej w metodologii 2015

Metoda	Jednorodzinny			Wielorodzinny		
	100mm	50mm	20mm	100mm	50mm	20mm
metoda wskaźnikowa	0,92	0,89	0,81	0,97	0,96	0,93
metoda tabelaryczna	0,85	0,85	0,60	0,85	0,85	0,60

Klasa zasobnika energetyczna	Sprawność magazynowania	
	Jednorodzinny	Wielorodzinny
A+	0,98	0,99
A	0,95	0,99
B	0,93	0,98
C	0,90	0,98
D	0,88	0,97
E	0,85	0,96
F	0,82	0,96
G	0,70	0,92

Podsumowanie

- Normy z grupy 15316 pozwalają na uwzględnienie szeregu parametrów mających wpływ na charakterystykę energetyczną budynku których nie można uwzględnić przy pomocy prostych metod wskaźnikowych
- Aby uzyskiwać wyniki jak najbardziej zbliżone do rzeczywistości normy te wymagają jednak opracowania odpowiednich zestawów wartości wskaźników charakterystycznych wykorzystywanych w obliczeniach, odpowiadających lokalnym uwarunkowaniom

dziękuję za uwagę

Adrian Trząski

atrzaski@fpe.org.pl