

Kalkulator zużycia energii w gospodarstwach domowych

Metodologia obliczeń

Spis treści

I.	Dane wejściowe.....	4
1.	Klasy energetyczne budynków	4
2.	Sprawność wytwarzania ciepła dla ogrzewania	5
3.	Rodzaje kotłów i paliw.....	6
4.	Wskaźniki emisji zanieczyszczeń i właściwości paliw	8
a)	Wskaźnik dla węgla kamiennego.....	8
b)	Wskaźniki dla drewna.....	9
c)	Wskaźnik dla paliw płynnych.....	10
d)	Wskaźnik dla gazu ziemnego	10
e)	Wskaźniki dla gazu płynnego propan-butan (LPG).....	11
f)	Inne metody ogrzewania.....	11
5.	Koszty instalacji danego typu ogrzewania.....	12
g)	Zestawienie pieców jedno/dwufunkcyjnych	12
h)	Grzejniki akumulacyjne	14
i)	Dopłata do bojlera - dla urządzeń z grzałką elektryczną lub kolektorami słonecznymi.....	14
j)	Koszt instalacji kolektorów słonecznych	15
k)	Koszt instalacji w innych krajach	16
II.	Wyznaczenie wskaźników zanieczyszczeń	18
6.	Przeliczenie wartości	18
7.	Węgiel kamienny	19
8.	Drewno	22
9.	Paliwa płynne	24
10.	Gaz ziemny	25
11.	Gaz płynny	26
III.	Obliczenie	28
12.	Zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku.....	28
13.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania c.w.u.	29
14.	Dobranie mocy kotła	33
IV.	Koszty instalacji	34
15.	Instalacja z wykorzystaniem pieców 2-funkcyjnych.....	34
16.	Instalacja z wykorzystaniem pieców 1-funkcyjnych i grzałek elektrycznych.....	35
17.	Instalacja z wykorzystaniem pieców 1-funkcyjnych i kolektorów słonecznych	36
18.	Instalacja z wykorzystaniem pomp ciepła gruntowych	37
19.	Instalacja z wykorzystaniem pomp ciepła powietrznych	38

20.	Instalacja z wykorzystaniem grzejników akumulacyjnych.....	39
21.	Instalacja z wykorzystaniem ciepła sieciowego.....	39
V.	Koszty ogrzewania	40
22.	Piece 2-funkcyjne	40
23.	Piece 1-funkcyjne z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego.....	40
24.	Piece 1-funkcyjne z grzałką elektryczną zasilaną z instalacji solarnej	41
25.	Pompy ciepła z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego	41
26.	Grzejniki akumulacyjne z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego.....	42
27.	Ciepło sieciowe z podgrzewaniem wody.....	42
28.	Ciepło sieciowe bez podgrzewania wody.....	43
VI.	Obliczenie emisji zanieczyszczeń.....	45

I. Dane wejściowe

Podczas obliczeń wykorzystano następujące dane wejściowe:

1. Klasy energetyczne budynków

W opracowaniu wykorzystano klasyfikację energetyczną budynków opracowaną przez Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju.

Klasa energetyczna	Ocena energetyczna	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową (kWh/m ² *rok)	Okres budowy
A++	Zeroenergetyczny	do 10	Aktualnie
A+	Pasywny	do 15	Aktualnie
A	Niskoenergetyczny	od 15 do 45	Aktualnie
B	Energooszczędny	od 45 do 80	Aktualnie
C	Średnio energooszczędny	od 80 do 100	Aktualnie
D	Średnio energochłonny	od 100 do 150	od 1999r.
E	Energochłonny	od 150 do 250	do 1998r.
F	Wysoko energochłonny	ponad 250	do 1982r.

Źródło: czasopismo „Energia i budynek” nr 2/2007

Dla uproszczenia obliczeń zdecydowano się na uśrednienie powyższych wyników w sposób następujący:

Klasa energetyczna	Ocena energetyczna	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową (kWh/m ² *rok)	Okres budowy
A++	Zeroenergetyczny	5	Aktualnie
A+	Pasywny	12,5	Aktualnie
A	Niskoenergetyczny	30	Aktualnie
B	Energooszczędny	62,5	Aktualnie
C	Średnio energooszczędny	90	Aktualnie
D	Średnio energochłonny	125	od 1999r.
E	Energochłonny	200	do 1998r.
F	Wysoko energochłonny	300	do 1982r.

2. Sprawność wytwarzania ciepła dla ogrzewania

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej sprawność wytwarzania ciepła jest zgodna z Tabelą 5.

Tabela 5. Sprawności wytwarzania ciepła (dla ogrzewania) w źródłach*

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	Sprawność	Sprawność przyjęta do obliczeń
1.	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r.	0,82	0,82
5.	Kotły na biomase (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100kW	0,72	0,72
11.	Podgrzewacze elektrotermiczne	1,00	1,00
12.	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe	0,99	0,99
17.	Kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86	0,86
18.	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub płynne z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym do 50kW	0,87-0,91	0,89
19.	Kotły gazowe kondensacyjne do 50kW	0,91-0,97	0,94
21.	Pompy ciepła glikol/woda w nowych/istniejących budynkach	3,8-3,5	3,8
22.	Pompy ciepła powietrze/woda w nowych/istniejących budynkach	2,7-2,5	2,7
24.	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100kW	0,98	0,98

*tabela zawiera wyłącznie kotły zdefiniowane w niniejszym dokumencie

3. Rodzaje kotłów i paliw

Niniejsze opracowanie odnosi się do następujących paliw/rodzajów kotłów:

Lp.	Paliwo	Kocioł do ogrzewania budynku	Kocioł do podgrzewania wody
1.	Gaz ziemny	2-funkcyjny kocioł starego typu <i>sprawność: 0,86</i>	
2.	Gaz ziemny	2-funkcyjny kocioł tradycyjny <i>sprawność: 0,89</i>	
3.	Gaz ziemny	2-funkcyjny kocioł kondensacyjny <i>sprawność: 0,94</i>	
3.	LPG	2-funkcyjny kocioł kondensacyjny <i>sprawność: 0,94</i>	
4.	LPG	1-funkcyjny kocioł kondensacyjny <i>sprawność: 0,94</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
5.	Olej opałowy	2-funkcyjny kocioł tradycyjny <i>sprawność: 0,89</i>	
6.	Olej opałowy	2-funkcyjny kocioł kondensacyjny <i>sprawność: 0,94</i>	
7.	Olej opałowy	1-funkcyjny kocioł kondensacyjny <i>sprawność: 0,94</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
8.	Węgiel	2-funkcyjny kocioł miałowy <i>sprawność: 0,82</i>	
9.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł miałowy <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
10.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł miałowy <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
11.	Węgiel	2-funkcyjny kocioł węglowy <i>sprawność: 0,82</i>	
12.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł węglowy <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
13.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł węglowy <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
14.	Węgiel	2-funkcyjny kocioł na ekogroszek <i>sprawność: 0,82</i>	
15.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł na ekogroszek <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
16.	Węgiel	1-funkcyjny kocioł na ekogroszek <i>sprawność: 0,82</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
17.	Drewno	2-funkcyjny kocioł na zgazowanie drewna <i>sprawność: 0,72</i>	
18.	Drewno	2-funkcyjny kocioł na drewno <i>sprawność: 0,72</i>	

19.	Drewno	1-funkcyjny kocioł na drewno <i>sprawność: 0,72</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
20.	Drewno	2-funkcyjny kocioł na pelet <i>sprawność: 0,72</i>	
21.	Drewno	1-funkcyjny kocioł na pelet <i>sprawność: 0,72</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
22.	Drewno	1-funkcyjny kocioł na pelet <i>sprawność: 0,72</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z instalacji solarnej <i>sprawność: 1,00</i>
23.	Pompa ciepła	gruntowa pompa ciepła <i>sprawność: 3,8</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
24.	Pompa ciepła	powietrzna pompa ciepła <i>sprawność: 2,7</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
25.	Energia elektryczna	grzejniki akumulacyjne <i>sprawność: 0,99</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>
26.	Ciepło sieciowe	węzeł ciepłowniczy z podgrzewaniem wody <i>sprawność: 0,98</i>	
27.	Ciepło sieciowe	węzeł ciepłowniczy bez podgrzewania wody <i>sprawność: 0,98</i>	Grzałka elektryczna (bojler) zasilana z prądu sieciowego <i>sprawność: 1,00</i>

4. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń i właściwości paliw

W opracowaniu wykorzystano dane opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami oraz Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, w ramach dokumentów:

- „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5MW”, (styczeń 2015).

- „Kotły i inne stacjonarne urządzenia techniczne o nominalnej mocy cieplnej do 5MW, w których następuje proces spalania paliw (w celu wytworzenia ciepła lub energii elektrycznej), w raportach do Krajowej bazy za lata 2011-2015” (styczeń 2016).

Parametry węgla pochodzą z Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 27 września 2018r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych w Polsce.

a) Wskaźnik dla węgla kamiennego

Zdecydowano się na wybór kotła z rusztem stałym, o mocy cieplnej poniżej 0,5MW, z ciągiem naturalnym.

Zanieczyszczenie	Wartość (g/Mg)
Tlenki siarki (SO _x / SO ₂)	16 000 x s
Tlenki azotu (NO _x / NO ₂)	2 200
Tlenek węgla (CO)	45 000
Dwutlenek węgla (CO ₂)	1 850 000
Pył zawieszony całkowity (TSP)	1 000 x A ^r

gdzie:

A^r – zawartość popiołu wyrażona w procentach[%]

s – zawartość siarki całkowitej wyrażona w procentach [%]

Węgiel – kęsy/kostka/orzech

Nazwa	Jednostka	Wartość		Przyjęta wartość
		minimalna	maksymalna	
Zawartość popiołu	%	-	12,00	12,00
Zawartość siarki	%	-	1,70	1,70
Wartość opałowa	MJ/kg	22,00	-	22,00

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla pieca węglowego wynosi:

- Tlenek siarki (SO_x/ SO₂): 16 000 x 1,7 = 27 200 g/Mg

- Pył zawieszony całkowity (TSP): 1 000 x 12 = 12 000 g/Mg

Węgiel - Ekogroszek

Nazwa	Jednostka	Wartość		Przyjęta wartość
		minimalna	maksymalna	
Zawartość popiołu	%	-	12,00	12,00
Zawartość siarki	%	-	1,20	1,20

Wartość opałowa	MJ/kg	24,00	-	24,00
-----------------	-------	-------	---	-------

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla pieca opalanego ekogroszkiem wynosi:

- Tlenek siarki (SO_x / SO₂): 16 000 x 1,2 = 19 200 g/Mg
- Pył zawieszony całkowity (TSP): 1 000 x 12 = 12 000 g/Mg

Węgiel - Miał

Nazwa	Jednostka	Wartość		Przyjęta wartość
		minimalna	maksymalna	
Zawartość popiołu	%	-	28,00	28,00
Zawartość siarki	%	-	1,70	1,70
Wartość opałowa	MJ/kg	18,00	-	18,00

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla pieca na miał wynosi:

- Tlenek siarki (SO_x / SO₂): 16 000 x 1,7 = 27 200 g/Mg
- Pył zawieszony całkowity (TSP): 1 000 x 28 = 28 000 g/Mg

b) Wskaźniki dla drewna

Zdecydowano się na wybór kotła z rusztem stałym, o mocy cieplnej poniżej 1MW.

Zanieczyszczenie	Wartość (g/Mg)
Tlenki siarki (SO _x / SO ₂)	110
Tlenki azotu (NO _x / NO ₂)	1 000
Tlenek węgla (CO)	26 000
Dwutlenek węgla (CO ₂)	1 200 000
Pył zawieszony całkowity (TSP)	1 500 x A ^r

gdzie:

A^r – zawartość popiołu wyrażona w procentach[%]

Drewno – Pelet drzewny

Na podstawie normy PN-EN ISO 17225:2014

Nazwa	Jednostka	Wartość		Przyjęta wartość
		minimalna	maksymalna	
Zawartość popiołu	%	-	0,5	0,5
Wartość opałowa	MJ/kg	14,00	18,00	16,00

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla peletu wynosi:

- Pył zawieszony całkowity (TSP): 1 500 x 0,5 = 750g/Mg

Drewno – Buk

Nazwa	Jednostka	Wartość		Przyjęta wartość
		minimalna	maksymalna	
Zawartość popiołu	%	0,5	0,8	0,65
Wartość opałowa	MJ/kg	15,6		15,6

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla buku wynosi:

- Pył zawieszony całkowity (TSP): $1\ 500 \times 0,65 = 975\text{g/Mg}$

c) Wskaźnik dla paliw płynnych

Zdecydowano się na lekki olej opałowy i kocioł o mocy cieplnej poniżej 0,5MW.

Zanieczyszczenie	Wartość (g/Mg)
Tlenki siarki ($\text{SO}_x / \text{SO}_2$)	$20359,2 \times s$
Tlenki azotu ($\text{NO}_x / \text{NO}_2$)	2395,2
Tlenek węgla (CO)	682,632
Dwutlenek węgla (CO_2)	3 233 520
Pył zawieszony całkowity (TSP)	407,184

gdzie:

s – zawartość siarki całkowitej wyrażona w procentach [%]

Wskaźniki emisji dla paliw płynnych zostały przedstawione w g/Mg uwzględniając gęstość oleju opałowego lekkiego na poziomie: $0,835\text{ g/cm}^3$.

Lekki olej opałowy

Nazwa	Jednostka	Wartość	Przyjęta wartość
Zawartość siarki	%	<0,1	0,1
Wartość opałowa	kJ/kg	43 000	43 000

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla lekkiego oleju opałowego wynosi:

- Tlenki siarki ($\text{SO}_x / \text{SO}_2$): $20359,2 \times 0,1 = 2035,92\text{g/Mg}$

d) Wskaźnik dla gazu ziemnego

Zdecydowano się na kocioł o mocy cieplnej poniżej 0,5MW.

Zanieczyszczenie	Wartość (g/m^3)
Tlenki siarki ($\text{SO}_x / \text{SO}_2$)	$0,002 \times s$
Tlenki azotu ($\text{NO}_x / \text{NO}_2$)	1,52
Tlenek węgla (CO)	0,30
Dwutlenek węgla (CO_2)	2000
Pył zawieszony całkowity (TSP)	0,0005

gdzie:

s – zawartość siarki całkowitej wyrażona w miligramach na metr sześcienny [mg/m^3]

Gaz ziemny zaazotowany

Nazwa	Jednostka	Wartość	Przyjęta wartość
Zawartość siarki	mg/m^3	≤ 40	40
Wartość opałowa	kJ/m^3	26 230	26 230

Na podstawie powyższych danych emisja zanieczyszczeń dla gazu ziemnego wynosi:

- Tlenki siarki ($\text{SO}_x / \text{SO}_2$): $0,002 * 40 = 0,08\text{g}/\text{m}^3$

e) Wskaźniki dla gazu płynnego propan-butan (LPG)

Zanieczyszczenie	Wartość (g/GJ)
Tlenki siarki ($\text{SO}_x / \text{SO}_2$)	0,29
Tlenki azotu ($\text{NO}_x / \text{NO}_2$)	39
Tlenek węgla (CO)	16
Dwutlenek węgla (CO_2)	63 100
Pył zawieszony całkowity (TSP)	3,1

Gaz płynny propan-butan (LPG) sprzedawany luzem

Nazwa	Jednostka	Wartość	Przyjęta wartość
Wartość opałowa (1)	MJ/l	24	24

- 1) Wartość opałowa pochodzi z serwisu e-petrol.pl (<https://www.e-petrol.pl/wiedza-i-porady/lpg/nosnik-energii>)

f) Inne metody ogrzewania

W przypadku innych typów ogrzewania, tj. pompy ciepła, elektryczne grzejniki akumulacyjne czy ciepło sieciowe nie można zdefiniować w sposób jednoznaczny wartości zanieczyszczeń, ponieważ nieznane jest źródło pochodzenia energii elektrycznej. W niniejszym opracowaniu postanowiono skupić się tylko na zanieczyszczeniach emitowanych lokalnie, w sposób bezpośredni przez dany typ kotła.

5. Koszty instalacji danego typu ogrzewania

Na koszt instalacji centralnego ogrzewania składają się koszty sprzętu i robocizny.

Na podstawie kalkulatora budowlanego (dostępnego pod adresem: kb.pl) średnie koszty wykonania instalacji c.o. w woj. kujawsko-pomorskim wynoszą odpowiednio*:

Pozycja	Wartość	Jednostka
Grzejniki + instalacja c.o. – materiały + montaż	101,40	zł/m ²
Wyposażenie kotłowni – montaż + robocizna	2000,00	zł

* kosztów tych nie należy uwzględniać w przypadku wyboru grzejników akumulacyjnych

W przypadku instalacji z pompą ciepła gruntową do kosztów należy doliczyć koszt odwiertów. Na podstawie kalkulatora budowlanego (dostępnego pod adresem: <https://kb.pl/cenniki/odwierty-geotermalne/>) koszt wykonania odwiertów na terenie Bydgoszczy wynosi:

Pozycja	Wartość	Jednostka
Odwiert geotermalny - Bydgoszcz	110	zł/m

Dla uproszczenia obliczeń i z powodu braku dokładnych danych geologicznych w ramach obliczeń należy założyć:

- ilość odwiertów (minimalna) - 2szt.
- głębokość odwiertów - 100m
- odwiert z uwzględnieniem materiałów i sondy w dobrych warunkach gruntowych

Dodatkowo do kosztów wykonania instalacji należy doliczyć koszt zakupu samego pieca, który został ustalony na podstawie średniej ceny zakupu dostępnej w serwisie internetowym ceneo.pl lub na podstawie oficjalnej ceny dystrybutora. Przy ustalaniu średniej wartości zawsze brano pod uwagę min. 2 producentów kotłów najczęściej wybieranych marek.

g) Zestawienie pieców jedno/dwufunkcyjnych

Paliwo	Rodzaj pieca	Moc znamionowa			
		<13kW	13-19kW	19-24kW	24-35kW
Gaz ziemny	kocioł starego typu	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży
Gaz ziemny	2-funkcyjny kocioł konwencjonalny	2200 Junkers ZW 24-2 DV KEP	2300 Junkers ZW 24-2 DV KEP	2300 Junkers ZW 24-2 DV KEP	Brak w sprzedaży
Gaz ziemny	2-funkcyjny kocioł kondensacyjny	8700 Viessmann VITODENS 111-W	8700 Viessmann VITODENS 111-W	7400 Viessmann VITODENS 100-W	7400 Viessmann VITODENS 100-W
LPG	2-funkcyjny kocioł kondensacyjny	8700 Viessmann VITODENS 111-W	8700 Viessmann VITODENS 111-W	7400 Viessmann VITODENS 100-W	7400 Viessmann VITODENS 100-W
LPG	1-funkcyjny kocioł kondensacyjny + solarny/panele PV	8000 Viessmann VITODENS 200-W	8000 Viessmann VITODENS 200-W	8000 Viessmann VITODENS 200-W	8000 Viessmann VITODENS 200-W

Olej opałowy	kocioł tradycyjny	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży
Olej opałowy	kocioł kondensacyjny	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	23000zł Viessmann VITOLADENS 300-T
Olej opałowy	kocioł kondensacyjny + solarny/panele PV	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	27000zł Viessmann VITOLADENS 300-C	23000zł Viessmann VITOLADENS 300-T
Węgiel	kocioł miałowy	9200zł Ogniwo EKO PLUS M 14 kW	9400zł Ogniwo EKO PLUS M 20 kW	9700zł Ogniwo EKO PLUS M 26 kW	12350zł Metal-Fach SEG 38 kW
Węgiel	kocioł miałowy + grzałka elektryczna	9200zł Ogniwo EKO PLUS M 14 kW	9400zł Ogniwo EKO PLUS M 20 kW	9700zł Ogniwo EKO PLUS M 26 kW	12350zł Metal-Fach SEG 38 kW
Węgiel	kocioł miałowy + solarny/panele PV	9200zł Ogniwo EKO PLUS M 14 kW	9400zł Ogniwo EKO PLUS M 20 kW	9700zł Ogniwo EKO PLUS M 26 kW	12350zł Metal-Fach SEG 38 kW
Węgiel	kocioł na ekogroszek	8000zł SILVER EKO 5 PLUS 14 KW TERMO-TECH	10000zł SILVER EKO 5 PLUS 22 KW TERMO-TECH	12300zł KWP V + 25 KW ELEKTROMET	13830zł KWP V + 34 KW ELEKTROMET
Węgiel	kocioł na ekogroszek + grzałka elektryczna	8000zł SILVER EKO 5 PLUS 14 KW TERMO-TECH	10000zł SILVER EKO 5 PLUS 22 KW TERMO-TECH	12300zł KWP V + 25 KW ELEKTROMET	13830zł KWP V + 34 KW ELEKTROMET
Węgiel	kocioł na ekogroszek + solarny/panele PV	8000zł SILVER EKO 5 PLUS 14 KW TERMO-TECH	10000zł SILVER EKO 5 PLUS 22 KW TERMO-TECH	12300zł KWP V + 25 KW ELEKTROMET	13830zł KWP V + 34 KW ELEKTROMET
Węgiel	kocioł węglowy	3000zł Ogniwo S6WC Classic	6100zł Defro Optima DS	6500zł Defro Optima DS	4800zł PEREKO KSW Agro Alfa Plus
Węgiel	kocioł węglowy + grzałka elektryczna	3000zł Ogniwo S6WC Classic	6100zł Defro Optima DS	6500zł Defro Optima DS	4800zł PEREKO KSW Agro Alfa Plus
Węgiel	kocioł węglowy + solarny/panele PV	3000zł Ogniwo S6WC Classic	6100zł Defro Optima DS	6500zł Defro Optima DS	4800zł PEREKO KSW Agro Alfa Plus
Drewno	kocioł na zgazowanie drewna	6500 zł ATMOS DC 18S	6500 zł ATMOS DC 18S	8400zł ATMOS DC 32S	8400zł ATMOS DC 32S

Drewno	kocioł na drewno	6400zł ATMOS D 15P - 15 kW	6900zł ATMOS D 20P - 22 kW	7400zł ATMOS D 30P - 30kW	7600zł ATMOS D 40P - 40kW
Drewno	kocioł na drewno + grzałka elektryczna	6400zł ATMOS D 15P - 15 kW	6900zł ATMOS D 20P - 22 kW	7400zł ATMOS D 30P - 30kW	7600zł ATMOS D 40P - 40kW
Drewno	kocioł na pelet	9700zł Orligno 100 - 16 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	14400zł Orligno 100 - 49 kW
Drewno	kocioł na pelet + grzałka elektryczna	9700zł Orligno 100 - 16 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	14400zł Orligno 100 - 49 kW
Drewno	kocioł na pelet + solarny/panele PV	9700zł Orligno 100 - 16 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	10700zł Orligno 100 - 24 kW	14400zł Orligno 100 - 49 kW
Energia elektryczna	pompa ciepła – gruntowa	32000zł NIBE F1145	32000zł NIBE F1145	63000zł NIBE F1355	63000zł NIBE F1355
Energia elektryczna	pompa ciepła – powietrzna	35700zł Galmet Airmax ² 15GT	37900zł Panasonic AQUAREA HIGH PERFORMANCE ALL-IN-ONE KIT-ADC16HE8	Brak w sprzedaży	Brak w sprzedaży
Ciepło sieciowe	węzeł ciepłowniczy (z podgrzaniem wody)	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna
Ciepło sieciowe	węzeł ciepłowniczy (bez podgrzania wody) + grzałka elektryczna	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna	Wycena indywidualna

h) Grzejniki akumulacyjne

Przy wyborze ogrzewania za pomocą grzejników akumulacyjnych nie ma konieczności liczenia kosztów wyposażenia kotłowni oraz montażu grzejników i rozprowadzenia instalacji.

Energia elektryczna	Rodzaj pieca	Moc znamionowa
		2kW
Energia elektryczna	grzejniki akumulacyjne + grzałka elektryczna	216zł Grzejnik konwektorowy ścienny Warmtec EWX-2000W

i) Dopłata do bojlera - dla urządzeń z grzałką elektryczną lub kolektorami słonecznymi

Ilość osób	<2	2-4	>4
Bojler	80L 2000 W EQUATION	VIKING 150L 2000 W BIAWAR	Lemet SLIM Z DWIEMA WĘŻOWNICAMI 22700. 30800 W LEMET
Cena	460zł	1040zł	2050zł

j) Koszt instalacji kolektorów słonecznych

Koszt instalacji kolektorów słonecznych jest zależny od wielu czynników, tj. położenie geograficzne budynku, konstrukcja dachu (kąt i jego nachylenia) oraz położenie samego dachu względem kierunków geograficznych.

Dla uproszczenia obliczeń wykorzystano kalkulację dostępną w serwisie KalkulacjeBudowlane.pl (<http://kalkulacjebudowlane.pl/kolektory-sloneczne.html>) zakładając jednocześnie, że instalacja będzie składać się z 3 kolektorów płaskich.

Pozycja *	Cena (zł)
Kolektory słoneczne	3888,89
Konstrukcja dachowa	555,56
Grupa pompowa	925,93
Sterowanie	462,96
Płyn solarny 30kg	277,78
Zabezpieczenia (naczynia przeponowe, zawory bezpieczeństwa)	648,15
Zawór antyoparzeniowy	277,78
Rurociągi połączeniowe ze stali nierdzewnej z otuliną 20m	1018,52
Armatura (zawory, złączki, kształtki)	555,56
Montaż	2314,81
Suma sprzęt	8611,13
Suma robocizna	2314,81

* pominięto koszt zakupu podgrzewacza c.w.u. 300l 2-W, który został ujęty w innym miejscu zestawienia kosztów instalacji.

k) Koszt instalacji w innych krajach

Koszty instalacji centralnego ogrzewania złożone są z kosztów pracy (montaż/robocizna) oraz zakupu sprzętu (fizycznych przedmiotów).

Koszty pracy

Z uwagi na fakt, że w większości krajów koszt pracy jest różny w zależności od regionu w niniejszym opracowaniu zdecydowano się na zastosowanie multiplikatorów dla stawek pochodzących z polskiego kalkulatora budowlanego.

Multiplikatory zostały obliczone na podstawie stosunku średniego miesięcznego wynagrodzenia w roku 2018 w Polsce (982 EUR) do średniej krajowej w poszczególnych krajach:

Kraj	Wynagrodzenie	Multiplikator
Austria	3659 EUR	3,726069246435845
Niemcy	3900 EUR	3,971486761710794
Słowenia	1508 EUR	1,535641547861507
Węgry	853 EUR	0,8686354378818737
Włochy	2554 EUR	2,60081466395112

Źródło: Eurostat, dane zaokrąglone do liczb całkowitych

Koszt sprzętu

Do obliczenia kwoty zakupu sprzętu w poszczególnych krajach Europy zostanie zastosowany multiplikator, ustalony na podstawie porównania kosztu zakupu wybranych pieców w Polsce w stosunku do kosztu zakupu w poszczególnych krajach. Multiplikator będzie średnią z multiplikatorów za poszczególne produkty.

Kurs EUR przyjęto na podstawie średniego kursu NBP z dnia 25.02.2019, gdzie 1 EUR= 4,3402 PLN

Kurs HUF przyjęto na podstawie średniego kursu NBP z dnia 25.02.2019, gdzie 100 HUF = 1,3648 PLN

Austria

Przedmiot	Kwota zakupu w Polsce	Kwota zakupu w badanym kraju	Multiplikator
Piec Viessmann Vitodens 100W + Vitocell 100-W	7145,00	13035,06	1,824
Vaillant ecotec 266	6100,00	9978,11	1,635
Buderus Logamax Plus GB172	7983,00	7808,01	0,978
Multiplikator - średnia			1,479

Niemcy

Przedmiot	Kwota zakupu w Polsce	Kwota zakupu w badanym kraju	Multiplikator
Piec Viessmann Vitodens 100W + Vitocell 100-W	7145,00	12 982,70	1,817
Vaillant ecotec 266	6100,00	7998,00	1,311
Buderus Logamax Plus GB172	7983,00	9332,24	1,169
Multiplikator - średnia			1,432

Słowenia

Przedmiot	Kwota zakupu w Polsce	Kwota zakupu w badanym kraju	Multiplikator
Piec Viessmann Vitodens 100W + Vitocell 100-W	7145,00	9066,67	1,268
Vaillant ecotec 256	6100,00	6193,46	1,015
Buderus Logamax Plus GB172	7983,00	8094,47	1,013
Multiplikator - średnia			1,098

Włochy

Przedmiot	Kwota zakupu w Polsce	Kwota zakupu w badanym kraju	Multiplikator
Piec Viessmann Vitodens 26kW 100W + Vitocell 100-W	7145,00	15435,48	2,16
Vaillant ecotec 256	6100,00	6509,43	1,067
Buderus Logamax Plus GB172	7983,00	9405,03	1,252
Multiplikator - średnia			1,493

Węgry

Przedmiot	Kwota zakupu w Polsce	Kwota zakupu w badanym kraju	Multiplikator
Piec Viessmann Vitodens 100W + Vitocell 100-W	7145,00	7541,11	1,055
Vaillant ecotec 256	6100,00	5621,60	0,921
Buderus Logamax Plus GB172	7983,00	7945,31	0,995
Multiplikator - średnia			0,990

II. Wyznaczenie wskaźników zanieczyszczeń

Poniższe obliczenia mają na celu wyznaczenie wskaźników zanieczyszczeń na 1kWh energii dla każdego typu paliwa.

6. Przeliczenie wartości

$$1J = 1W * 1s$$

$$1J = \frac{1}{1000} kW * \frac{1}{3600} h$$

$$1J = 0,000000278kWh$$

$$1kJ = 0,000278 kWh$$

$$1MJ = 0,278 kWh$$

Wzory na obliczanie emisji zanieczyszczeń na podstawie dokumentu „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5MW”, (styczeń 2015), opracowanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami oraz Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy:

Ogólny wzór służący do obliczania wielkości emisji na podstawie wskaźnika emisji na jednostkę zużytego paliwa

$$E = B * W$$

gdzie:

E – emisja zanieczyszczeń

B – zużycie paliwa

W – wskaźnik emisji na jednostkę zużytego paliwa

Ogólny wzór służący do obliczania wielkości emisji na podstawie wskaźnika emisji na energię chemiczną wprowadzoną w paliwie

$$E = B * W_o * W$$

gdzie:

E – emisja zanieczyszczeń

B – zużycia paliwa

W_o – wartość opałowa paliwa

W – wskaźnik emisji na gigadzul energii che

7. Węgiel kamienny

Węgiel – kęsy/kostka/orzech

Wartość opałowa:

$$W_o = 22 \frac{MJ}{kg} = \frac{22 * 0,278 kWh}{1 kg} = 6,116 \frac{kWh}{kg}$$

$$6,116 kWh = 1 kg$$

$$1 kWh = B$$

$$B = \frac{1 kg * 1 kWh}{6,116 kWh} = 0,1635055591890124 kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 27000 \frac{g}{Mg} = 27,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1635055591890124 kg * 27,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{4,447351209941138 g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 2200 \frac{g}{Mg} = 2,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1635055591890124 kg * 2,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,3597122302158273 g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 45000 \frac{g}{Mg} = 45 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1635055591890124 kg * 45 \frac{g}{kg} = \mathbf{7,35775016350555 g}$$

Dwutlenek węgla:

$$1\ 850\ 000 \frac{g}{Mg} = 1\ 850 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1635055591890124 kg * 1850 \frac{g}{kg} = \mathbf{302,485284499673 g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$12000 \frac{g}{Mg} = 12 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1635055591890124 kg * 12 \frac{g}{kg} = \mathbf{1,962066710268149 g}$$

Węgiel – Ekogroszek

Wartość opałowca:

$$W_o = 24 \frac{MJ}{kg} = \frac{24 * 0,278kWh}{kg} = 6,672 \frac{kWh}{kg}$$

$$6,672kWh = 1kg$$

$$1kWh = B$$

$$B = \frac{1kWh * 1kg}{6,672kWh} = 0,1498800959232614kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 19200 \frac{g}{Mg} = 19,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1498800959232614kg * 19,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{2,877697841726619g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 2200 \frac{g}{Mg} = 2,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1498800959232614kg * 2,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,3297362110311751g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 45000 \frac{g}{Mg} = 45 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1498800959232614kg * 45 \frac{g}{kg} = \mathbf{6,744604316546763g}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 1\,850\,000 \frac{g}{Mg} = 1\,850 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1498800959232614kg * 1850 \frac{g}{kg} = \mathbf{277,2781774580336g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 12000 \frac{g}{Mg} = 12 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1498800959232614kg * 12 \frac{g}{kg} = \mathbf{1,798561151079137g}$$

Węgiel – Miał

Wartość opałowa:

$$W_o = 18 \frac{MJ}{kg} = \frac{18 * 0,278 kWh}{kg} = 5,004 \frac{kWh}{kg}$$

$$5,004 kWh = 1 kg$$

$$1 kWh = x$$

$$B = \frac{1 kg * 1 kWh}{5,004 kWh} = 0,1998401278976819 kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 27200 \frac{g}{Mg} = 27,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1998401278976819 kg * 27,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{5,435651478816946 g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 2200 \frac{g}{Mg} = 2,2 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1998401278976819 kg * 2,2 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,4396482813749001 g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 45000 \frac{g}{Mg} = 45 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1998401278976819 kg * 45 \frac{g}{kg} = \mathbf{8,992805755395683 g}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 1\,850\,000 \frac{g}{Mg} = 1\,850 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1998401278976819 kg * 1\,850 \frac{g}{kg} = \mathbf{369,7042366107114 g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 28\,000 \frac{g}{Mg} = 28 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,1998401278976819 kg * 28 \frac{g}{kg} = \mathbf{5,595523581135092 g}$$

8. Drewno

Drewno – Pelet drzewny

Wartość opałowca:

$$W_o = 16 \frac{MJ}{kg} = \frac{16 * 0,278 kWh}{kg} = 4,448 \frac{kWh}{kg}$$

$$4,448 kWh = 1 kg$$

$$1 kWh = B$$

$$B = \frac{1 kg * 1 kWh}{4,448 kWh} = 0,2248201438848921 kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 110 \frac{g}{Mg} = 0,110 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2248201438848921 kg * 0,110 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,0247302158273381 g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 1000 \frac{g}{Mg} = 1 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2248201438848921 kg * 1 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,2248201438848921 g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 26000 \frac{g}{Mg} = 26 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2248201438848921 kg * 26 \frac{g}{kg} = \mathbf{5,845323741007194 g}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 1\,200\,000 \frac{g}{Mg} = 1200 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2248201438848921 kg * 1200 \frac{g}{kg} = \mathbf{269,7841726618705 g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 750 \frac{g}{Mg} = 0,750 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2248201438848921 kg * 0,750 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,1686151079136691 g}$$

Drewno – Buk

Wartość opałowa:

$$W_o = 15,6 \frac{MJ}{kg} = \frac{15 * 0,278 kWh}{kg} = 4,17 \frac{kWh}{kg}$$

$$4,17 kWh = 1 kg$$

$$1 kWh = B$$

$$B = \frac{1 kg * 1 kWh}{4,17 kWh} = 0,2398081534772182 kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 110 \frac{g}{Mg} = 0,110 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2398081534772182 kg * 0,110 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,026378896882494 g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 1000 \frac{g}{Mg} = 1 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2398081534772182 kg * 1 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,2398081534772182 g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 26000 \frac{g}{Mg} = 26 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2398081534772182 kg * 26 \frac{g}{kg} = \mathbf{6,235011990407674 g}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 1\,200\,000 \frac{g}{Mg} = 1200 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2398081534772182 kg * 1200 \frac{g}{kg} = \mathbf{287,7697841726619 g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 975 \frac{g}{Mg} = 0,975 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,2398081534772182 kg * 0,975 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,2338129496402878 g}$$

9. Paliwa płynne

Lekki olej opałowy

Wartość opałowa:

$$W_o = 43\,000 \frac{kJ}{kg} = 43 \frac{MJ}{kg} = \frac{43 * 0,278 kWh}{1kg} = 11,954 \frac{kWh}{kg}$$

$$11,954 kWh = 1kg$$

$$1kWh = B$$

$$B = \frac{1kg * 1kWh}{11,954kWh} = 0,0836540070269366kg$$

Tlenki siarki:

$$W = 2035,92 \frac{g}{Mg} = 2,03592 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,0836540070269366kg * 2,03592 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,1703128659862807g}$$

Tlenki azotu:

$$W = 2395,2 \frac{g}{Mg} = 2,3952 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,0836540070269366kg * 2,3952 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,2003680776309185g}$$

Tlenek węgla:

$$W = 682,632 \frac{g}{Mg} = 0,682632 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,0836540070269366kg * 0,682632 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,0571049021248118g}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 3\,233\,520 \frac{g}{Mg} = 3233,520 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,0836540070269366kg * 3233,520 \frac{g}{kg} = \mathbf{270,49690480174g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 407,184 \frac{g}{Mg} = 0,407184 \frac{g}{kg}$$

$$E = 0,0836540070269366kg * 0,407184 \frac{g}{kg} = \mathbf{0,0340625731972561g}$$

10. Gaz ziemny

Gaz ziemny zaazotowany

Wartość opałowa:

$$W_o = 26\,230 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} = 26,230 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} = \frac{26,230 * 0,278 \text{kWh}}{\text{m}^3} = 7,29194 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$$

$$7,29194 \text{kWh} = 1 \text{m}^3$$

$$1 \text{kWh} = B$$

$$B = \frac{1 \text{m}^3 * 1 \text{kWh}}{7,29194 \text{kWh}} = 0,137137716437601 \text{m}^3$$

Tlenki siarki:

$$W = 0,08 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$E = 0,137137716437601 \text{m}^3 * 0,08 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{0,0109710173150081 \text{g}}$$

Tlenki azotu:

$$W = 1,52 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$E = 0,137137716437601 \text{m}^3 * 1,52 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{0,2084493289851535 \text{g}}$$

Tlenek węgla:

$$W = 0,30 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$E = 0,137137716437601 \text{m}^3 * 0,30 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{0,0411413149312803 \text{g}}$$

Dwutlenek węgla:

$$W = 2000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$E = 0,137137716437601 \text{m}^3 * 2000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{274,2754328752019 \text{g}}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$W = 0,0005 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$E = 0,137137716437601 \text{m}^3 * 0,0005 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{0,00006856885 \text{g}}$$

11. Gaz płynny

Gaz płynny propan-butan (LPG)

Wartość opałowa:

$$W_o = 24 \frac{MJ}{l} = \frac{24 * 0,278 kWh}{1l} = 6,672 \frac{kWh}{l}$$

$$6,672 kWh = 1l$$

$$1kWh = B$$

$$B = \frac{1kWh * 1l}{6,672kWh} = 0,1498800959232614l$$

Tlenki siarki:

$$E = 0,1498800959232614l * 24 \frac{MJ}{l} * 0,29 \frac{g}{GJ}$$

$$E = 0,1498800959232614l * 0,024 \frac{GJ}{l} * 0,29 \frac{g}{GJ}$$

$$E = \mathbf{0.00104316546g}$$

Tlenki azotu:

$$E = 0,1498800959232614l * 24 \frac{MJ}{l} * 39 \frac{g}{GJ}$$

$$E = 0,1498800959232614l * 0,024 \frac{GJ}{l} * 39 \frac{g}{GJ}$$

$$E = \mathbf{0.14028776978g}$$

Tlenek węgla:

$$E = 0,1498800959232614l * 24 \frac{MJ}{l} * 16 \frac{g}{GJ}$$

$$E = 0,1498800959232614l * 0,024 \frac{GJ}{l} * 16 \frac{g}{GJ}$$

$$E = \mathbf{0.05755395683g}$$

Dwutlenek węgla:

$$E = 0,1498800959232614l * 24 \frac{MJ}{l} * 63100 \frac{g}{GJ}$$

$$E = 0,1498800959232614l * 0,024 \frac{GJ}{l} * 63100 \frac{g}{GJ}$$

$$E = \mathbf{226.978417266g}$$

Pył zawieszony całkowity:

$$E = 0,1498800959232614l * 24 \frac{MJ}{l} * 3,1 \frac{g}{GJ}$$

$$E = 0,1498800959232614l * 0,024 \frac{GJ}{l} * 3,1 \frac{g}{GJ}$$

$$E = \mathbf{0.01115107913g}$$

III. Obliczenie

Parametry wejściowe:

- p - Powierzchnia budynku (m²)
- U - Ilość osób (szt.)

Założenia:

- V_{cw} - Zużycie ciepłej wody użytkowej na dzień na osobę = 35l (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej)
- t_{zw} - Temp. zimnej wody = 10°C
- t_{cw} - Wymagana temp. ciepłej wody = 45°C
- t_w – temp. wewnątrz pomieszczenia = 20°C
- t_z – temp. na zewnątrz pomieszczenia = -18°C (na podstawie normy PN-EN 12831 dla Bydgoszczy, znajdującej się w II strefie klimatycznej)
- dni - Ilość dni korzystania z ciepłej wody użytkowej = 329
- Typ budynku: budynek jednorodzinny
- h - Wysokość pomieszczeń = 2,7m

12. Zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku

Obliczenie kubatury pomieszczeń

$$V = p * h$$

gdzie:

- V – kubatura budynku [m³]
- p – powierzchnia budynku [m²]
- h – wysokość pomieszczeń [m]

Wymagana moc kotła do ogrzewania pomieszczeń

Obliczenie straty mocy cieplnej możliwe jest na podstawie wzoru uproszczonego dostępnego na stronie ogrzewnictwo.pl (<https://www.ogrzewnictwo.pl/artykuly/urządzenia-grzewcze/ogrzewanie-powietrzne/dystrybucja-goracego-powietrza-w-teorii>):

$$Q_{co} = V * G * (t_w - t_z)$$

gdzie:

- Q_{co} – strata mocy cieplnej
- V – kubatura budynku [m³]

- G - średni współczynnik przenikania ciepła [W/m³°C]

G=0,75 - budynki dobrze izolowane

G=0,90 – budynki średnio izolowane

G=1,20 – budynki o słabej izolacji

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku

$$Q_b = k * p$$

gdzie:

- k – współczynnik zapotrzebowania na ciepło (na podstawie danych udostępnionych przez Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju

- p – powierzchnia budynku

13. Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania C.W.U.

Dobowe jednostkowe zapotrzebowanie na dobę

$$1000l = 1m^3$$

$$G_{D,j} = V_{cw} * 1000$$

Dobowy przepływ c.w.u

$$G_D = G_{D,j} * U$$

gdzie:

- G_D – dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]

- G_{D,j} – dobowe jednostkowe zapotrzebowanie na wodę dla jednego użytkownika instalacji (l)

- U – ilość osób

Roczny przepływ c.w.u.

$$G_R = G_D * dni$$

gdzie:

- G_R – roczny przepływ c.w.u. [m³]

- G_D – dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]

- dni – ilość dni korzystania z c.w.u.

Średni godzinowy przepływ c.w.u.

$$G_{h,śr} = \frac{G_D}{\tau}$$

gdzie:

- $G_{h,śr}$ – dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]
- G_D – dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]
- τ - czas użytkowania instalacji w ciągu doby

Współczynnik godzinowej nierównomierności poboru wody

Na podstawie normy PN-92/B-01706 dla urządzeń do przygotowania ciepłej wody wzór na współczynnik godzinowego zużycia wody:

$$N_h = 9,32 * U^{-0,244}$$

gdzie:

- N_h - współczynnik godzinowej nierównomierności poboru wody
- U – ilość osób

Maksymalny godzinowy przepływ c.w.u.

$$G_{h,max} = G_{h,śr} * N_h$$

gdzie:

- $G_{h,max}$ – maksymalny godzinowy przepływ c.w.u. [m³/h]
- $G_{h,śr}$ – dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]
- N_h - współczynnik godzinowej nierównomierności poboru wody

Średnie zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u.

$$Q_{cwu,śr} = G_{h,śr} * c_w * \rho * (t_{cw} - t_{zw})$$

gdzie:

- $Q_{cwu,śr}$ – średnie zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u.
- $G_{h,śr}$ - dobowy przepływ c.w.u. [m³/d]
- c_w – ciepło właściwe wody (4,19 kJ/kg*K)
- ρ – gęstość wody (1000 kg/m³)
- t_{cw} – wymagana temp. ciepłej wody
- t_{zw} – temp. zimnej wody

Maksymalne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u.

$$G_{cwu,max} = G_{h,max} * c_w * \rho * (t_{cw} - t_{zw})$$

gdzie:

- $G_{h,max}$ – maksymalny godzinowy przepływ c.w.u. [m³/h]
- c_w – ciepło właściwe wody (4,19 kJ/kg*K)
- ρ – gęstość wody (1000 kg/m³)
- t_{cw} – wymagana temp. ciepłej wody

- t_{zw} – temp. zimnej wody

Wymagana moc kotła do ogrzania c.w.u.

Dla pieca 2-funkcyjnego na podstawie zasady priorytetu ciepłej wody użytkowej:

$$Q_{cwu} = 50\% * G_{cwu,max}$$

Dla osobnego kotła do ogrzewania ciepłej wody (bojler):

$$Q_{cwu} = G_{cwu,max}$$

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania ciepła użytkowego

$$Q_{W,nd} = V_{cw} * L_i * c_w * \rho * (t_{cw} - t_{zw}) * k_t * t_{UZ} / (1000 * 3600) [kWh/rok]$$

gdzie:

- $Q_{W,nd}$ – roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe
- V_{cw} – jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie tabeli 15 [dm³/j.o.*doba]
- c_w – ciepło właściwe wody (4,19 kJ/kg*K)
- ρ – gęstość wody (1000 kg/m³)
- t_{cw} – wymagana temp. ciepłej wody
- t_{zw} – temp. zimnej wody
- k_t – mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C, wg dokumentacji projektowej lub tabeli 14
- t_{UZ} – czas użytkowania (miesiąc, rok – przeważnie 365 dni), czas użytkowania należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% -dla budynków mieszkalnych

Tabela 14. Współczynnik korekcyjny temperatury ciepłej wody k_t

Lp.	Temperatura wody na wypytywie z zaworu czerpalnego, °C	Współczynnik korekcyjny k_t ¹⁾
1	55	1,00
2	50	1,12
3	45	1,28

¹⁾ dla pośrednich wartości temperatury wartości k_t należy interpretować liniowo

Tabela 15. Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody dla budynków mieszkalnych różnych typów V_{cw}

Lp.	Rodzaje budynków	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw} o temperaturze 55°C	
		[j.o.]	[dm ³ /(j.o.)*doba]
1	Budynki jednorodzinne	[osoba] ²⁾	35
2	Budynki wielorodzinne ¹⁾	[osoba] ²⁾	48

Objaśnienia:
¹⁾ W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowe zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%

²⁾ Liczbę mieszkańców w zależności od rodzaju budynku lub lokalu mieszkalnego należy przyjmować zgodnie z projektem budynku, a dla budynków istniejących na podstawie stanu rzeczywistego

14. Dobranie mocy kotła

Piec 2-funkcyjny

W przypadku kiedy w instalacji zastosowany jest kocioł 2-funkcyjny moc kotła można wyznaczyć na podstawie wzoru:

$$P = Q_{co} + Q_{cwu}$$

gdzie:

- P – wymagana moc kotła
- Q_{co} – zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku
- Q_{cwu} – zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania c.w.u.

Piec 1-funkcyjny + grzałka elektryczna (bojler)

W tym wypadku należy osobno wyznaczyć moc dla pieca jak i podgrzewacza wody:

$$P_{piec} = Q_{co}$$

$$P_{bojler} = Q_{cwu}$$

gdzie:

- P_{piec} – moc pieca 1-funkcyjnego
- P_{bojler} – moc bojlera
- Q_{co} – zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku
- Q_{cwu} – zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania c.w.u.

IV. Koszty instalacji

Koszty instalacji będą liczone w kilku wariantach.

Multiplikator dla Polski zarówno dla sprzętu jak i kosztów pracy wynosi: 1.

W przypadku

15. Instalacja z wykorzystaniem pieców 2-funkcyjnych

Dotyczy: Gaz ziemny - 2-funkcyjny kocioł konwencjonalny; Gaz ziemny - 2-funkcyjny kocioł kondensacyjny; LPG - 2-funkcyjny kocioł kondensacyjny; Olej opałowy - kocioł tradycyjny; Olej opałowy - kocioł kondensacyjny; Węgiel - kocioł miałowy; Węgiel - kocioł na ekogroszek; Węgiel - kocioł węglowy; Drewno - kocioł na zgaszanie drewna; Drewno - kocioł na drewno; Drewno - kocioł na pelet

Koszt rozprowadzenia instalacji i montażu grzejników

$$\text{Rozprowadzenie} = p * \text{Wyn} * (50\% \text{ multiplikator}^{\text{sprzęt}} + 50\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}})$$

gdzie:

p – Powierzchnia budynku

Wyn = 101,40 zł/m²

Koszt wykonania kotłowni

$$\text{Kotłownia} = \text{Kotłownia}^{\text{stawka}} * 100\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Kotłownia^{stawka} = 2000zł

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Rozprowadzenie} + \text{Kotłownia} + \text{Piec}^{\text{cena}}$$

gdzie:

Piec^{cena} – koszt zakupu pieca dopasowanego na podstawie zapotrzebowania na ciepło lub pieca o maksymalnej mocy (w przypadku przekroczenia wartości 35kW).

16. Instalacja z wykorzystaniem pieców 1-funkcyjnych i grzałek elektrycznych

Dotyczy: Węgiel - kocioł miałowy + grzałka elektryczna; Węgiel - kocioł na ekogroszek + grzałka elektryczna; Węgiel - kocioł węglowy + grzałka elektryczna; Drewno - kocioł na drewno + grzałka elektryczna; Drewno - kocioł na pelet + grzałka elektryczna;

Koszt rozprowadzenia instalacji i montażu grzejników

$$\text{Rozprowadzenie} = p * \text{Wyn} * (50\% \text{ multiplikator}^{\text{sprzęt}} + 50\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}})$$

gdzie:

p – Powierzchnia budynku

Wyn = 101,40 zł/m²

Koszt wykonania kotłowni

$$\text{Kotłownia} = \text{Kotłownia}^{\text{stawka}} * 100\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Kotłownia^{stawka} = 2000zł

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Rozprowadzenie} + \text{Kotłownia} + \text{Piec}^{\text{cena}} + \text{Bojler}$$

gdzie:

Piec^{cena} – koszt zakupu pieca dopasowanego na podstawie zapotrzebowania na ciepło lub pieca o maksymalnej mocy (w przypadku przekroczenia wartości 35kW)

Bojler – koszt zakupu bojlera dopasowanego do ilości osób

17. Instalacja z wykorzystaniem pieców 1-funkcyjnych i kolektorów słonecznych

Dotyczy: LPG - 1-funkcyjny kocioł kondensacyjny + solarny/panele PV; Olej opałowy - kocioł kondensacyjny + solarny/panele PV; Węgiel - kocioł miałowy + solarny/panele PV; Węgiel - kocioł na ekogroszek + solarny/panele PV; Węgiel - kocioł węglowy + solarny/panele PV; Drewno - kocioł na pelet + solarny/panele PV;

Koszt rozprowadzenia instalacji i montażu grzejników

$$\text{Rozprowadzenie} = p * \text{Wyn} * (50\% \text{multiplikator}^{\text{sprzęt}} + 50\% \text{multiplikator}^{\text{praca}})$$

gdzie:

p – Powierzchnia budynku

Wyn = 101,40 zł/m²

Koszt wykonania kotłowni

$$\text{Kotłownia} = \text{Kotłownia}^{\text{stawka}} * 100\% \text{multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Kotłownia^{stawka} = 2000zł

Koszt wykonania instalacji kolektorów słonecznych

$$\text{Kolektory} = \text{Kol}^{\text{praca}} * 100\% \text{multiplikator}^{\text{praca}} + \text{Kol}^{\text{sprzęt}} * 100\% \text{multiplikator}^{\text{sprzęt}}$$

gdzie:

Kol^{praca} = 2314,81zł

Kol^{sprzęt} = 8611,13zł

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Rozprowadzenie} + \text{Kotłownia} + \text{Kolektory} + \text{Piec}^{\text{cena}} + \text{Bojler}$$

gdzie:

Piec^{cena} – koszt zakupu pieca dopasowanego na podstawie zapotrzebowania na ciepło lub pieca o maksymalnej mocy (w przypadku przekroczenia wartości 35kW)

Bojler – koszt zakupu bojlera dopasowanego do ilości osób

18. Instalacja z wykorzystaniem pomp ciepła gruntowych

Dotyczy: Energia elektryczna – Pompa ciepła gruntowa;

Koszt rozproszczenia instalacji i montażu grzejników

$$\text{Rozprowadzenie} = p * \text{Wyn} * (50\% \text{ multiplikator}^{\text{sprzet}} + 50\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}})$$

gdzie:

p – Powierzchnia budynku

Wyn = 101,40 zł/m²

Koszt wykonania kotłowni

$$\text{Kotłownia} = \text{Kotłownia}^{\text{stawka}} * 100\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Kotłownia^{stawka} = 2000zł

Koszt wykonania odwiertów

$$\text{Odwiert} = \text{Odwiert}^{\text{ilosc}} * \text{Odwiert}^{\text{cena}} * \text{Odwiert}^{\text{dlugosc}} * 100\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Odwiert^{ilosc} = 2

Odwiert^{cena} = 110zł/m

Odwiert^{dlugosc} = 100m

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Rozprowadzenie} + \text{Kotłownia} + \text{Odwiert} + \text{Pompa}^{\text{cena}} + \text{Bojler}$$

gdzie:

Pompa^{cena} – koszt zakupu pieca dopasowanego na podstawie zapotrzebowania na ciepło lub pieca o maksymalnej mocy (w przypadku przekroczenia wartości 35kW)

Bojler – koszt zakupu bojlera dopasowanego do ilości osób

19. Instalacja z wykorzystaniem pomp ciepła powietrznych

Dotyczy: Energia elektryczna – Pompa ciepła powietrzna;

Koszt rozprowadzenia instalacji i montażu grzejników

$$\text{Rozprowadzenie} = p * \text{Wyn} * (50\% \text{ multiplikator}^{\text{sprzet}} + 50\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}})$$

gdzie:

p – Powierzchnia budynku

Wyn = 101,40 zł/m²

Koszt wykonania kotłowni

$$\text{Kotłownia} = \text{Kotłownia}^{\text{stawka}} * 100\% \text{ multiplikator}^{\text{praca}}$$

gdzie:

Kotłownia^{stawka} = 2000zł

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Rozprowadzenie} + \text{Kotłownia} + \text{Pompa}^{\text{cena}} + \text{Bojler}$$

gdzie:

Pompa^{cena} – koszt zakupu pieca dopasowanego na podstawie zapotrzebowania na ciepło lub pieca o maksymalnej mocy (w przypadku przekroczenia wartości 35kW)

Bojler – koszt zakupu bojlera dopasowanego do ilości osób

20. Instalacja z wykorzystaniem grzejników akumulacyjnych

Dotyczy: Energia elektryczna – grzejniki akumulacyjne;

Ilość grzejników

$$\text{Grzejniki} = \frac{\text{ZapotrzebowanieMoc}^{\text{ogrzewanie}}}{2\text{kW}} * 100\% \text{multiplikator}^{\text{sprzet}}$$

gdzie:

ZapotrzebowanieMoc^{ogrzewanie} – zapotrzebowanie na ciepło

Koszt całkowity

$$\text{Koszt} = \text{Grzejniki} + \text{Bojler}$$

gdzie:

Bojler – koszt zakupu bojlera dopasowanego do ilości osób

21. Instalacja z wykorzystaniem ciepła sieciowego

Dotyczy: Ciepło sieciowe - węzeł ciepłowniczy (z podgrzaniem wody); Ciepło sieciowe - węzeł ciepłowniczy (bez podgrzania wody) + grzałka elektryczna

Z uwagi na duże różnice w koszcie przyłączenia do węzła ciepłowniczego (zależne od lokalizacji budynku) wartość wykonania instalacji powinna wynieść 0zł i zostać opatrzona komunikatem „brak możliwości obliczenia”.

V. Koszty ogrzewania

Przy obliczeniach nie zostały uwzględnione opłaty przesyłowe, a jedynie koszty samego paliwa/energii.

22. Piece 2-funkcyjne

$$Koszt = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_{W,nd} + Q_b}{W_o * \eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt – roczny koszt ogrzewania
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa
- Q_{W,nd} – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- W_o – wartość opałowa
- η – sprawność pieca (SCOP)

23. Piece 1-funkcyjne z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego

Obliczenie kosztu ogrzewania budynku

$$Koszt_b = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{W_o * \eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt_b – roczny koszt ogrzewania budynku
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- W_o – wartość opałowa
- η – sprawność pieca (SCOP)

Obliczenie kosztu podgrzewania wody

$$Koszt_{cwu} = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_{W,nd}}{W_o * \eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt_{cwu} – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)
- Q_{W,nd} – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody
- W_o – wartość opałowa
- η – sprawność pieca (SCOP)

Łączny koszt

$$Koszt = Koszt_b + Koszt_{cwu}$$

gdzie:

- Koszt – roczny koszt ogrzewania
- Koszt_b – roczny koszt ogrzewania budynku
- Koszt_{cwu} – roczny koszt podgrzewania c.w.u.

24. Piece 1-funkcyjne z grzałką elektryczną zasilaną z instalacji solarnej

$$Koszt = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{W_o * \eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt – roczny koszt ogrzewania
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- W_o – wartość opałowa
- η – sprawność pieca (SCOP)

25. Pompy ciepła z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego

Obliczenie kosztu ogrzewania budynku

$$Koszt_b = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{\eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt_b – roczny koszt ogrzewania budynku
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- η – sprawność pieca (SCOP)

Obliczenie kosztu podgrzewania wody

$$Koszt_{cwu} = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_{w,nd}}{\eta} \right)$$

gdzie:

- Koszt_{cwu} – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- Koszt_{paliwa} – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)

- $Q_{W,nd}$ – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody
- η – sprawność pieca (SCOP)

26. Grzejniki akumulacyjne z grzałką elektryczną zasilaną z prądu sieciowego

Obliczenie kosztu ogrzewania budynku

$$Koszt_b = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_b$ – roczny koszt ogrzewania budynku
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- η – sprawność pieca (SCOP)

Obliczenie kosztu podgrzewania wody

$$Koszt_{cwu} = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_{W,nd}}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_{cwu}$ – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)
- $Q_{W,nd}$ – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody
- η – sprawność pieca (SCOP)

27. Ciepło sieciowe z podgrzewaniem wody

Obliczenie zakłada, że zamówiona moc cieplna jest identyczna do rocznego zapotrzebowania na ciepło.

Obliczenie kosztu ogrzewania budynku

$$Koszt_b = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_b$ – roczny koszt ogrzewania budynku
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt ciepła (ciepło w zł/kWh)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- η – sprawność wężła

Obliczenie kosztu ciepłej wody

$$Koszt_{cwu} = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{G_R}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_{cwu}$ – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt nośnika ciepła (zł/m³)
- G_R – roczne zużycie wody (m³)
- η – sprawność węzła

Obliczenie opłaty za zamówioną moc cieplną

$$Koszt_{moc} = Q_{co} * Opłata$$

gdzie:

- Q_{co} – strata mocy cieplnej
- Opłata – opłata za zamówioną moc cieplną (zł/kW)

Łączny koszt

$$Koszt = Koszt_b + Koszt_{cwu} + Koszt_{moc}$$

gdzie:

- Koszt – roczny koszt ogrzewania
- $Koszt_b$ – roczny koszt ogrzewania budynku
- $Koszt_{cwu}$ – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- $Koszt_{moc}$ – opłata za zamówioną moc cieplną

28. Ciepło sieciowe bez podgrzewania wody

Obliczenie zakłada, że zamówiona moc cieplna jest identyczna do rocznego zapotrzebowania na ciepło.

Obliczenie kosztu ogrzewania budynku

$$Koszt_b = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_b}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_b$ – roczny koszt ogrzewania budynku
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt ciepła (ciepło w zł/kWh)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- η – sprawność węzła

Obliczenie opłaty za zamówioną moc cieplną

$$Koszt_{moc} = Q_{co} * Opłata$$

gdzie:

- Q_{co} – strata mocy cieplnej
- Opłata – opłata za zamówioną moc cieplną (zł/kW)

Obliczenie kosztu podgrzewania wody

$$Koszt_{cwu} = Koszt_{paliwa} * \left(\frac{Q_{W,nd}}{\eta}\right)$$

gdzie:

- $Koszt_{cwu}$ – roczny koszt podgrzewania c.w.u.
- $Koszt_{paliwa}$ – aktualny koszt paliwa (energia elektryczna)
- $Q_{W,nd}$ – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody
- η – sprawność pieca (SCOP)

Łączny koszt

$$Koszt = Koszt_b + Koszt_{cwu} + Koszt_{moc}$$

gdzie:

- $Koszt$ – roczny koszt ogrzewania
- $Koszt_b$ – roczny koszt ogrzewania budynku
- $Koszt_{moc}$ – opłata za zamówioną moc cieplną

VI. Obliczenie emisji zanieczyszczeń

Wariant dla piecy 2-funkcyjnych

$$E_{\text{całkowita}} = E * (Q_{W,nd} + Q_b)$$

gdzie:

- $E_{\text{całkowita}}$ – emisja całkowita/rok
- E – wskaźnik emisji (g/kWh)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku
- $Q_{W,nd}$ – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody

Wariant dla piecy 1-funkcyjnych

$$E_{\text{całkowita}} = E * Q_b$$

gdzie:

- $E_{\text{całkowita}}$ – emisja całkowita/rok
- E – wskaźnik emisji (g/kWh)
- Q_b – roczne zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania budynku