

# **UPROSZCZONY AUDYT ENERGETYCZNY**

**dla budowy hali sportowej w technologii budownictwa pasywnego  
przy Szkole Podstawowej nr 7 w Piła - koncepcja nr 3**

al. Wojska Polskiego 45, 64-920 Piła

---

Porównanie wariantu z wykorzystaniem systemu grzewczego zasilanego z sieci ciepłowniczej oraz uwzględniającego minimalne wymagania określone w WT dla przegród zewnętrznych, w stosunku do rozwiązań umożliwiających osiągnięcie cech pasywności budynku, z zastosowaniem systemu grzewczego opartego na pompach ciepła, systemu solarnego oraz fotowoltaicznego.

---

Zamawiający: Gmina Piła pl. Staszica 10, 64-920 Piła



Bielsko-Biała, 25 października 2016 r.

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

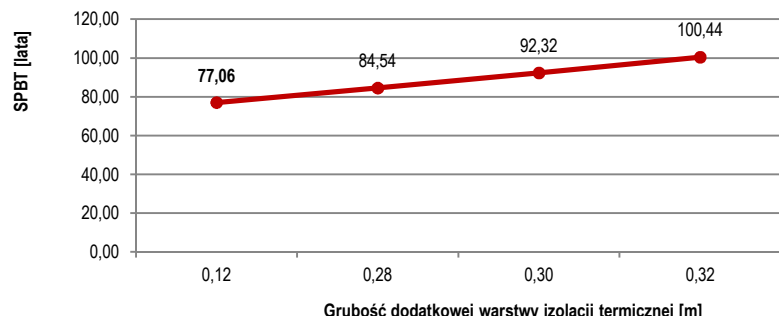
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej (oświata)	1.2. Rok budowy	planowana
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Piła pl. Staszica 10, 64-920 Piła	1.4. Adres budynku al. Wojska Polskiego 45, 64-920 Piła powiat: pilskii, województwo wielkopolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
KREATUS Sp. z o.o. ul. 11 Listopada 60 - 62, 43-300 Bielsko-Biała REGON: 243401618			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
5. Miejscowość	Bielsko-Biała	data wykonania opracowania:	25.10.2016 r.
6. Spis treści			
Rozdział	Tytuł	Strona	
1	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	1	
2	Karta audytu energetycznego budynku	3	
3	Określenie optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	6	
4	Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku (wstępna wycena oraz średnie ceny materiałów i usług)	16	
	Załączniki		

2. Karta audytu energetycznego budynku <sup>1)</sup>				
1. Dane ogólne			Oba warianty	
1.	Konstrukcja/technologia budynku		żelbetowa z wypełnieniem	
2.	Liczba kondygnacji		3	
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m <sup>3</sup> ]	11 860,03	
4.	Powierzchnia netto budynku	[m <sup>2</sup> ]	1 616,20	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	[m <sup>2</sup> ]	-	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m <sup>2</sup> ]	1 616,20	
7.	Liczba lokali mieszkalnych		-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek		100	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej		Ciepła woda przygotowywana w kotłowni zasilanej z ciepła sieciowego poprzez węzeł cieplny	Ciepła woda przygotowywana w kotłowni zasilanej przez pompę ciepła oraz układ kolektorów słonecznych
10.	Rodzaj systemu grzewczego		Obiekt zasilany w ciepło z sieci ciepłowniczej poprzez węzeł cieplny dwufunkcyjny	Obiekt zasilany w ciepło wytwarzane przez dwufunkcyjną pompę ciepła
11.	Współczynnik A/V		[1/m] -	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			Stan projektowy	Spełnienie WT
1.	Ściany zewnętrzne:	Powierzchnia	Ui [W/m <sup>2</sup> K]	
a)	Fasada wentylowana z płyt kompozytowych	673,74	0,126	0,25
b)	Ściana trójwarstwowa	1404,65	0,126	0,25
d)	System fasadowy słupowo-ryglowy z profili aluminiowych i szkłem trójkomorowym	70,71	0,7	1,3
2.	Dach			
b)	Dach z płyt warstwowych	752,94	0,123	0,200
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych*			
a)	Podłoga na gruncie	1154,87	0,111	0,3
5.	Drzwi			
a)	Drzwi pełne ocieplone z ramą wielokomorową	22,8	0,800	1,700
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			Stan projektowy	Spełnienie WT
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	2,60	0,99
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	0,89	0,93

4.	Sprawność akumulacji	[-]	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	[-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie doby	[-]	0,95	0,95
7.	Sprawność całkowita systemu grzewczego z uwzględnieniem przerw w okresie tygodnia i doby	[-]	0,80	2,73
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			<b>Stan projektowy</b>	<b>Spełnienie WT</b>
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	2,6	0,97
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,8	0,8
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1	1
4.	Sprawność akumulacji	[-]	0,85	0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			<b>Oba warianty</b>	
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z rekuperacją	
2.	Sposób doprowadzania i odprowadzenia powietrza		okna, drzwi, kanały wentylacyjne	
3.	Sprawność rekuperatora	%	70	
4.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	17 790	
5.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	2,000	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			<b>Spełnienie WT</b>	<b>Stan projektowy</b>
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	68,4	40,7
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej	[kW]	4,7	4,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	475,82	231,18
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	478,15	84,65
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	6,61	6,61
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	X	
7.	<b>Koszty związane z ogrzewaniem i przygotowaniem c.w.u.</b>	<b>[zł/rok]</b>	<b>33465</b>	<b>15222</b>
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	81,78	39,73
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	82,18	14,55
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	0,00	49,03
<b>6(1). Uzupełnienie - charakterystyka systemu oświetlenia wbudowanego</b>			<b>Stan projektowy</b>	
1.	Rodzaj systemu oświetlenia wbudowanego		Oświetlenie wbudowane typu LED	
3.	Czas użytkowania źródła światła (T <sub>u</sub> )**	[h/rok]	1 800	
4.	Łączna moc znamionowa opraw oświetleniowych (M <sub>0</sub> , M <sub>1</sub> )	[kW]	13,547	
5.	Ilość energii końcowej dla systemu oświetlenia wbudowanego (Q <sub>kL</sub> )	[kWh/rok]	24 384,21	
		[GJ/rok]	87,78	

6(2). Uzupelnienie - instalacja fotowoltaiczna - zał. Nr 7 do audytu			Stan projektowy	
1	Moc jednego panelu	kWp/szt.	0,26	
2	Ilość paneli zainstalowanych	szt.	270	
3	Łączna powierzchnia czynna paneli	m <sup>2</sup>	423,23	
4	Ilość wyprodukowanej energii	kWh/rok	61 919,57	
		GJ/rok	222,91	
5	Koszt budowy instalacji	zł	437 559,00	
6	Oszczędność wynikająca z realizacji usprawnienia	zł/rok	37 151,74	
7	Czas zwrotu nakładów	lata	11,78	
8	Przyjęta do obliczeń cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,6	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			Stan WT	Stan projektowy
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup>	[zł/GJ]	53,31	53,31
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup>	[zł/(MW m-c)]	8 689,93	8 689,93
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup>	[zł/m <sup>3</sup> ]	23,15	13,60
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>4)</sup>	[zł/(MW m-c)]	8 689,93	8 689,93
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	20,18	5,42
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-
7.	Inne - uśredniony koszt jednostkowy energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,60	0,60
8. Charakterystyka ekonomiczna stanu projektowego względem rozwiązań WT				
Planowana kwota kredytu	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	21,51	
Planowane koszty całkowite [zł]	2 111 852	Koszt eksploatacji [zł/rok]	15 222	
	<b>Roczna całkowita oszczędność kosztów energii [zł/rok]</b>	<b>18 243,19</b>		
<p><sup>1)</sup> Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p><sup>2)</sup> UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (a także dla oświetlenia wbudowanego).</p> <p><sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p><sup>4)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>				
**Podano dane zgodnie z Tabelą nr 6, pkt. 5 - Pomieszczenia w budynkach biurowych i użyteczności publicznej - Rozporządzenie dot. audytów efektywności energetycznej				

### 3. Określenie optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie - Ściana trójwarstwowa		Przeграда					
		Ściana trójwarstwowa				S3W	
Dane:		a) powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła		$A_{strat} = 1\,404,65 \text{ m}^2$			
		b) powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia		$A_{kosz} = 1\,404,65 \text{ m}^2$			
Opis wariantów usprawnienia							
Dodatkowe ocieplenie ścian zewnętrznych płytami wełny mineralnej o niskim współczynniku przewodzenia ciepła							$\lambda \leq 0,042$
Rozpatrywane warianty:							
W1:		Warstwa izolacyjna o grubości 14 cm		(spełnienie minimalnych warunków technicznych: $U_{C(max),2016} = 0,25$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT)			
W2:		Warstwa izolacyjna o grubości 30 cm		(rozwiązania pasywne: $U_{C(max),2016} = 0,25$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)			
W3:		Warstwa izolacyjna o grubości 32 cm		(porównanie)			
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	brak ocieplenia	Warianty rozpatrywane		
	opis	oznaczenie			1 wg. WT	2 wybrany	3 porównanie
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	m		0,14	0,30	0,32
2	Zwiększenie oporu cieplnego	$\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,226	7,143	7,619
3	Opór cieplny	R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,772	3,998	7,915	8,391
4	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła	$Q_{0U}, Q_{1U}$ $= 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/rok	564,25	108,97	55,05	51,92
5	Wartość zapotrzebowania na moc na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0U}, q_{1U}$ $= 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0728	0,0141	0,0071	0,0067
6	Roczny koszt ogrzewania	GJ/rok * koszt 1 GJ	zł/rok	37 668	7 275	3 675	3 466
7	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	30 393	33 993	34 202
8	Cena jednostkowa usprawnienia	-	zł/m <sup>2</sup>	-	83	202	209
9	Koszt realizacji usprawnienia	$N_U$	zł	-	116 024	283 177	293 010
10	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	15,95	77,06	84,54
11	Współczynniki przenikalności cieplnej przegrody	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,295	0,250	0,126	0,119
Podstawa przyjętych wartości:							
Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.							
							
Wybrany wariant:		2		Koszt [zł]:		283 177	
				SPBT [lata]:		77,06	

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji budynku - Przeszklenia	Przedsięwzięcie	
	Przeszklenia	OK.

Dane: a) powierzchnia okien zewnętrznych  $A_{DZ} = 70,71 \text{ m}^2$   
 b) strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej  $V_{nom} = \Psi = 4\,338,32 \text{ m}^3/\text{h}$   
 c) współczynnik korekcyjny  $c_w = 1$

**Opis wariantów usprawnienia**

Montaż przeszkleń, o lepszym współczynniku przenikalności cieplnej  $U$ .

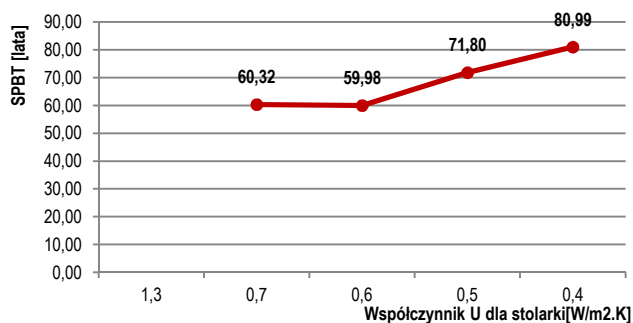
**Rozpatrywane warianty:**

W1: Okna zewnętrzne  $U_{ok,W1} \leq 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  porównanie  
 W2: Okna zewnętrzne  $U_{ok,W2} \leq 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  spełnienie pasywności  
 W3: Okna zewnętrzne  $U_{ok,W3} \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  zgodnie z WT

Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan bazowy	Warianty		
	opis	oznaczenie			1 porównanie	2 wybrany	3 zgodnie z WT
1	Współczynnik przenikania	$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		0,6	0,7	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$c_r$	-		1,00	1,00	1,00
		$c_m$			1,00	1,00	1,00
3	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło (doprowadzenie powietrza przez drzwi)	$Q_{0U}, Q_{1U} = (8,64 \cdot S_d \cdot A_{OK} \cdot U + 2,94 \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d) \cdot 10^{-5}$	GJ/rok		471,08	473,27	486,43
4	Wartość zapotrzebowania na moc cieplną	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U + 3,4 \cdot 10^{-7}$	MW		0,06070	0,06098	0,06268
5	Roczny koszt energii	$\text{GJ}/\text{rok} \cdot \text{koszt } 1 \text{ GJ}$	zł/rok		31443	31589	32468
6	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	1 025	879	-
7	Koszt jednostkowy	$C_{jed} + N_{ok}$	zł/m <sup>2</sup>	-	1 189	749	599
8	Koszt wymiany drzwi	$N_{ok}$	zł	-	84 102	52 990	42 384
9	Koszt modernizacji wentylacji	$N_w$	zł				
10	Koszt realizacji usprawnienia	$N_u = N_{ok} + N_w$	zł	-	84 102	52 990	42 384
11	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_u / \Delta O_{ru}$	lata	-	82,05	60,32	-

**Podstawa przyjętych wartości:**

Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.



Wybrany wariant: **2**      Koszt [zł]: **52 990**      SPBT [lata]: **60,32**

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie - Fasada wentylowana z płyt kompozytowych	Przełoga	
	Fasada wentylowana z płyt kompozytowych	SPK

Dane: a) powierzchnia przełogi do obliczenia strat ciepła  $A_{strat} = 673,74 \text{ m}^2$   
 b) powierzchnia przełogi do obliczenia kosztu usprawnienia  $A_{kosz} = 673,74 \text{ m}^2$

**Opis wariantów usprawnienia**

Ocieplenie ściany wełną mineralną, o niskim współczynniku przenikalności cieplnej:  $\lambda \leq 0,042$

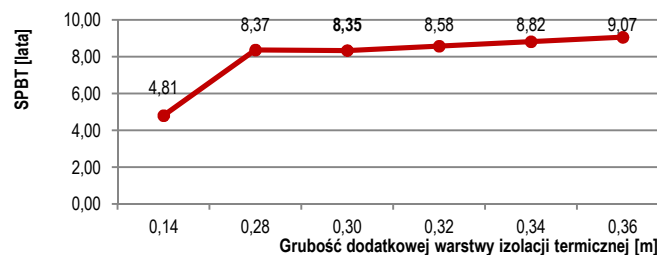
**Rozpatrywane warianty:**

- W1: Warstwa izolacyjna o grubości 14 cm (spełnienie warunków technicznych:  $U_{C(max),2016} = 0,25$  dla  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)
- W2: Warstwa izolacyjna o grubości 30 cm (rozwiązania pasywne:  $U_{C(max),2016} = 0,25$  dla  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)
- W3: Warstwa izolacyjna o grubości 37 cm porównanie

Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Brak ocieplenia	Warianty		
	opis	oznaczenie			1 zgodnie z WT	2 wybrany	3 porównanie
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	m	-	0,14	0,30	0,37
2	Zwiększenie oporu cieplnego	$\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,214	7,143	8,810
3	Opór cieplny	R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,772	3,986	7,915	9,582
4	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła	$Q_{0U}, Q_{1U}$ $= 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/rok	270,64	52,42	26,40	24,91
5	Wartość zapotrzebowania na moc na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0U}, q_{0U}$ $= 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0349	0,0068	0,0034	0,0032
	Koszt energii rocznej	GJ/rok*koszt 1 GJ	zł/rok	18067	3499	1762	1663
6	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	14 568	16 305	16 404
7	Cena jednostkowa usprawnienia	-	zł/m <sup>2</sup>	-	104	202	209
8	Koszt realizacji usprawnienia	$N_U$	zł	-	70 069	136 095	140 812
9	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	4,81	8,35	8,58
10	Współczynniki przenikalności cieplnej przełogi	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,295	0,25	0,126	0,104

**Podstawa przyjętych wartości:**

Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.



Wybrany wariant: **2**      Koszt [zł]: **136 095**      SPBT [lata]: **8,35**



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie - Podłoga na gruncie		Przełoga																			
		Podłoga na gruncie				PG															
Dane:		a) powierzchnia przełogi do obliczenia strat ciepła	$A_{strat} = 1\,154,87\ m^2$																		
		b) powierzchnia przełogi do obliczenia kosztu	$A_{kosz} = 1\,154,87\ m^2$																		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>																					
Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem typu EPS 300 wzbogaconym związkami hydrofobowymi o niskim współczynniku przenikalności cieplnej.							$\lambda \leq 0,032$														
<b>Rozpatrywane warianty:</b>																					
W1:		Warstwa izolacyjna o grubości 2 cm	(spełnienie warunków technicznych: $U_{C(max),2016} = 0,3$ dla $t_i \geq 16^\circ C$ , oraz SPBT min.)																		
W2:		Warstwa izolacyjna o grubości 20 cm	(rozwiązania pasywne: $U_{C(max),2016} = 0,3$ dla $t_i \geq 16^\circ C$ , oraz SPBT min.)																		
W3:		Warstwa izolacyjna o grubości 22 cm	(porównanie)																		
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty																
	opis	oznaczenie			1 zgodnie z WT	2 wybrany	3 porównanie														
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	m	-	0,02	0,20	0,22														
2	Zwiększenie oporu cieplnego	$\Delta R$	$m^2 K/W$	-	0,600	6,250	6,875														
3	Opór cieplny	R	$m^2 K/W$	2,732	3,332	8,982	9,607														
4	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła	$Q_{0U}, Q_{1U}$ $= 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/rok	131,11	107,51	39,88	37,29														
5	Wartość zapotrzebowania na moc na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0U}, q_{1U}$ $= 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0169	0,0139	0,0051	0,0048														
	Koszt energii rocznej	GJ/rok * koszt 1 GJ	zł/rok	8753	7177	2662	2489														
6	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	1 576	6 090	6 263														
7	Cena jednostkowa usprawnienia	-	zł/m <sup>2</sup>	-	114	150	154														
8	Koszt realizacji usprawnienia	Nu	zł	-	131 470	173 231	177 850														
9	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	83,44	28,44	28,40														
10	Współczynniki przenikalności cieplnej przełogi	$U_0, U_1$	$W/m^2 K$	0,366	0,300	0,111	0,104														
<b>Podstawa przyjętych wartości:</b>																					
Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.																					
<table border="1"> <caption>Dane do wykresu SPBT vs Grubość izolacji</caption> <thead> <tr> <th>Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej [m]</th> <th>SPBT [lata]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,02</td> <td>76,43</td> </tr> <tr> <td>0,18</td> <td>29,01</td> </tr> <tr> <td>0,20</td> <td>28,44</td> </tr> <tr> <td>0,22</td> <td>28,49</td> </tr> <tr> <td>0,24</td> <td>28,44</td> </tr> <tr> <td>0,26</td> <td>28,56</td> </tr> </tbody> </table>								Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej [m]	SPBT [lata]	0,02	76,43	0,18	29,01	0,20	28,44	0,22	28,49	0,24	28,44	0,26	28,56
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej [m]	SPBT [lata]																				
0,02	76,43																				
0,18	29,01																				
0,20	28,44																				
0,22	28,49																				
0,24	28,44																				
0,26	28,56																				
Wybrany wariant:		2		Koszt [zł]:		173 231															
						SPBT [lata]: 28,44															

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie - Dach żelbetowy		Przełoga																			
		Dach żelbetowy				DŻ															
Dane:		a) powierzchnia przełogi do obliczenia strat ciepła	$A_{strat} = 401,93 \text{ m}^2$																		
		b) powierzchnia przełogi do obliczenia kosztu	$A_{kosz} = 401,93 \text{ m}^2$																		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>																					
Ocieplenie dachów, wełną mineralną o niskim współczynniku przewodzenia ciepła							$\lambda \leq 0,042$														
<b>Rozpatrywane warianty:</b>																					
W1:		Warstwa izolacyjna o grubości 16 cm	(spełnienie warunków technicznych: $U_{C(max),2016} = 0,20$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)																		
W2:		Warstwa izolacyjna o grubości 35 cm	(zapewnienie pasywności: $U_{C(max),2016} < 0,20$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)																		
W3:		Warstwa izolacyjna o grubości 42 cm	(porównanie)																		
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Brak ocieplenia	Warianty																
	opis	oznaczenie			1 zgodny z WT	2 wybrany	3 porównanie														
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	m	-	0,16	0,35	0,42														
2	Zwiększenie oporu cieplnego	$\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,857	8,333	10,000														
3	Opór cieplny	R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,542	4,399	8,875	10,542														
4	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła	$Q_{0U}, Q_{1U}$ $= 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/rok	230,15	28,34	14,05	11,83														
	Koszt energii rocznej	GJ/rok*koszt 1 GJ	zł/rok	15 364	1 892	938	790														
5	Wartość zapotrzebowania na moc na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0U}, q_{1U}$ $= 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0297	0,0037	0,0018	0,0015														
6	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	13 472	14 426	14 574														
7	Cena jednostkowa usprawnienia	-	zł/m <sup>2</sup>	-	199	270	276														
8	Koszt realizacji usprawnienia	Nu	zł	-	79 823	108 521	110 933														
9	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_u / \Delta O_{ru}$	lata	-	5,93	7,52	7,61														
10	Współczynniki przenikalności cieplnej przełogi	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,846	0,227	0,113	0,095														
<b>Podstawa przyjętych wartości:</b>																					
Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.																					
<table border="1"> <caption>Dane do wykresu SPBT vs Grubość izolacji</caption> <thead> <tr> <th>Grubość izolacji [m]</th> <th>SPBT [lata]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,16</td><td>5,93</td></tr> <tr><td>0,38</td><td>7,47</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>7,47</td></tr> <tr><td>0,42</td><td>7,61</td></tr> <tr><td>0,44</td><td>7,76</td></tr> <tr><td>0,46</td><td>7,91</td></tr> </tbody> </table>								Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]	0,16	5,93	0,38	7,47	0,40	7,47	0,42	7,61	0,44	7,76	0,46	7,91
Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]																				
0,16	5,93																				
0,38	7,47																				
0,40	7,47																				
0,42	7,61																				
0,44	7,76																				
0,46	7,91																				
Wybrany wariant:		2		Koszt [zł]:		108 521															
				SPBT [lata]:		7,52															

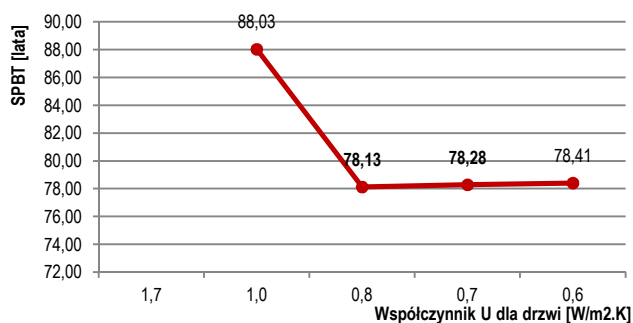
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie - Dach z płyt warstwowych		Przełoga																			
		Dach z płyt warstwowych				DPW															
Dane:		a) powierzchnia przełogi do obliczenia strat ciepła	$A_{strat} = 752,94 \text{ m}^2$																		
		b) powierzchnia przełogi do obliczenia kosztu	$A_{kosz} = 752,94 \text{ m}^2$																		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>																					
Ocieplenie dachów, wełna mineralna o niskim współczynniku przewodzenia ciepła							$\lambda \leq 0,025$														
<b>Rozpatrywane warianty:</b>																					
W1:		Warstwa izolacyjna o grubości 17 cm	(spełnienie warunków technicznych: $U_{C(max),2016} = 0,20$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)																		
W2:		Warstwa izolacyjna o grubości 20 cm	(zapewnienie pasywności: $U_{C(max),2016} < 0,20$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ , oraz SPBT min.)																		
W3:		Warstwa izolacyjna o grubości 22 cm	(porównanie)																		
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Brak ocieplenia	Warianty																
	opis	oznaczenie			1 zgodny z WT	2 wybrany	3 porównanie														
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	m	-	0,17	0,20	0,22														
2	Zwiększenie oporu cieplnego	$\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	6,800	8,000	8,800														
3	Opór cieplny	R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,140	6,940	8,140	8,940														
4	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła	$Q_{0U}, Q_{1U}$ $= 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/rok	1 668,06	33,65	28,69	26,12														
5	Wartość zapotrzebowania na moc na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0U}, q_{1U}$ $= 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,2151	0,0043	0,0037	0,0034														
	Koszt energii rocznej	GJ/rok*koszt 1 GJ	zł/rok	111355	2246	1915	1744														
6	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 \cdot O_{0z} - Q_0 \cdot O_{0z}) + 12(q_0 \cdot O_{0m} - q_0 \cdot O_{0m})$	zł/rok	-	109 108	109 439	109 611														
7	Cena jednostkowa usprawnienia	-	zł/m <sup>2</sup>	-	300	310	317														
8	Koszt realizacji usprawnienia	Nu	zł	-	225 506	233 411	238 682														
9	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	2,07	2,13	2,18														
10	Współczynniki przenikalności cieplnej przełogi	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2\text{K}$	7,142	0,144	0,123	0,112														
<b>Podstawa przyjętych wartości:</b>																					
Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.																					
<table border="1"> <caption>Dane do wykresu SPBT vs Grubość izolacji</caption> <thead> <tr> <th>Grubość izolacji [m]</th> <th>SPBT [lata]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,17</td><td>2,07</td></tr> <tr><td>0,18</td><td>2,14</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>2,13</td></tr> <tr><td>0,22</td><td>2,18</td></tr> <tr><td>0,24</td><td>2,22</td></tr> <tr><td>0,26</td><td>2,27</td></tr> </tbody> </table>								Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]	0,17	2,07	0,18	2,14	0,20	2,13	0,22	2,18	0,24	2,22	0,26	2,27
Grubość izolacji [m]	SPBT [lata]																				
0,17	2,07																				
0,18	2,14																				
0,20	2,13																				
0,22	2,18																				
0,24	2,22																				
0,26	2,27																				
Wybrany wariant:		2		Koszt [zł]:		233 411															
				SPBT [lata]:		2,13															

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji budynku - Drzwi zewnętrzne pełne	Przedsięwzięcie	
	Drzwi zewnętrzne pełne	D1, D2
Dane: a) powierzchnia drzwi zewnętrznych	$A_{DZ} = 22,80$	$m^2$
b) strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej	$V_{nom} = \Psi = 723,05$	$m^3/h$
c) współczynnik korekcyjny	$c_w = 1$	
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>		
Montaż stolarki drzwiowej, o lepszym współczynniku przenikalności cieplnej $U$ .		
<b>Rozpatrywane warianty:</b>		
W1: Drzwi zewnętrzne	$U_{dz,W1} \leq 1,70$	W/(m <sup>2</sup> K) zgodnie z WT
W2: Drzwi zewnętrzne	$U_{dz,W2} \leq 0,80$	W/(m <sup>2</sup> K) wybrany - spełnienie pasywności
W3: Drzwi zewnętrzne	$U_{dz,W3} \leq 0,70$	W/(m <sup>2</sup> K) wybrany - spełnienie pasywności

Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
	opis	oznaczenie			1 zgodnie z WT	2 wybrany	3 wybrany
1	Współczynnik przenikania dla drzwi	$U$	W/(m <sup>2</sup> K)		1,7	0,8	0,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$c_r$	-		1,00	1,00	1,00
		$c_m$			1,00	1,00	1,00
3	Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło (doprowadzenie powietrza przez drzwi)	$Q_{0U}, Q_{1U} = (8,64 * S_d * A_{OK} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^5$	GJ/rok		88,34	81,98	81,27
4	Wartość zapotrzebowania na moc cieplną	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{OK} * (t_{wo} - t_{zo}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{wo} - t_{zo})$	MW		0,01138	0,01056	0,01047
	Roczny koszt energii	GJ/rok * koszt 1 GJ	zł/rok		5897	5472	5425
5	Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii	$\Delta O_{ru} = (Q_0 * O_{0z} - Q_0 * O_{0z}) + 12(q_0 * O_{0m} - q_0 * O_{0m})$	zł/rok	-	-	425	472
6	Koszt jednostkowy wymiany drzwi	$C_{jed} + N_{ok}$	zł/m <sup>2</sup>	-	1 176	1 456	1 621
7	Koszt wymiany drzwi	$N_{ok}$	zł	-	26 813	33 197	36 959
8	Koszt modernizacji wentylacji	$N_w$	zł	-			
9	Koszt realizacji usprawnienia	$N_u = N_{ok} + N_w$	zł	-	26 813	33 197	36 959
10	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_u / \Delta O_{ru}$	lata	-	-	78,13	78,28

**Podstawa przyjętych wartości:**

Przyjęto ceny jednostkowe skalkulowane w oparciu o średnie ceny materiałów i usług, z uwzględnieniem podatku VAT 23%.



Wybrany wariant: **2** Koszt [zł]: **33 197** SPBT [lata]: **78,13**

**Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Ocena proponowanego przedsięwzięcia termo modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody					
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan WT węzeł cieplny	Stan projektowy pompa ciepła + solary
	opis	oznaczenie			
1	Obliczeniowa moc cieplna dla c.w.u.	$q_{co}$	MW	4,7	4,7
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	$Q_{H,nd 0,1}$	GJ/rok	11,68	11,68
3	Całkowita sprawność systemu c.w.u.	$\eta_{Htot}$	-	0,660	1,768
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i pracy układu solarnego	$Q_{co 0,1}$	GJ/rok	17,71	6,61
7	Roczny uysk energii w związku z pracą kolektora słonecznego		GJ/rok	0,00	0,00
8	Roczna oszczędność wynikająca z pracy instalacji solarnej		zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	$O_{co0,1} = O_{0,1z} + O_{0,1m}$	zł/rok	1 434	1 102
11	Roczne oszczędności kosztów	$\Delta Or_{co}$	zł/rok	0,00	332
12	Koszt budowy instalacji solarnej		zł	0,00	0,00
13	Koszt budowy węzła/pompy (wyliczony proporcjonalnie do mocy przeznaczonej na c.w.u.)		zł	38 027	38 671
14	Całkowity koszt usprawnień	$N_{co} = N_u$	zł	38 027	38 671
15	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_u / \Delta Or_{co}$	lata	-	116,42

\*Stan projektowy z uwagi na możliwość uniknięcia zużycia energii dzięki zastosowaniu odnawialnych źródeł energii - pompa ciepła i instalacja solarne - jest rozwiązaniem optymalnym (koszt zabudowy węzła cieplnego wyliczono proporcjonalnie do mocy przeznaczonej na c.w.u.)

**Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego**

Założenia i opis usprawnień związanych z poziomem sprawności cieplnej systemu grzewczego					
<b>Dane do oceny (projektowy):</b>					
a)	Zapotrzebowanie na energię cieplną dla c.o. i wentylacji	$Q_{0H,nd} =$	231,18	GJ/rok	
b)	Zapotrzebowanie na moc cieplną	$q_{0co} =$	40,7	kW	
<b>Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych (por. tabela)</b>					
Lp.	Opis usprawnienia - do wyboru	Jedn.	Ilość	Cena jedn.	Koszt
1.	System zaopatrywany poprzez pompy ciepłą wraz z instalacjami	kpl.	1	334 877	334 877
<b>Całkowity koszt usprawnień [zł]</b>					<b>334 877</b>

7.5.2. Zestawienie zmian współczynników sprawności instalacji związanych z wprowadzeniem proponowanych usprawnień systemu grzewczego			
Lp.	Wyszczególnienie	Współczynniki sprawności	
		Stan WT	Stan projektowy
1.	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g 0} = 0,99$	$\eta_{H,g 1} = 2,60$
2.	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_{H,d 0} = 0,96$	$\eta_{H,d 1} = 0,96$
4.	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s 0} = 0,95$	$\eta_{H,s 1} = 0,95$
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e 0} = 0,89$	$\eta_{H,e 1} = 0,93$
5.	Sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot 0} = 0,804$	$\eta_{H,tot 1} = 2,731$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_{t 0} = 0,85$	$w_{t 1} = 0,85$
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie doby	$w_{d 0} = 0,95$	$w_{d 1} = 0,95$

7.5.5. Ocena proponowanego przedsięwzięcia termo modernizacyjnego					
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan WT	Stan projektowy
	opis	oznaczenie			
1	Obliczeniowa moc cieplna dla c.o.	$q_{co}$	MW	68,4	40,7
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	$Q_{H,nd 0,1}$	GJ/rok	475,82	231,18
3	Całkowita sprawność systemu ogrzewania	$\eta_{H,tot}$	-	0,804	2,731
4	Obniżenie nocne	$w_d$	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	$w_t$	-	0,85	0,85
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	$Q_{co 0,1}$	GJ/rok	478,2	84,7
7	Roczna opłata zmienna	$O_{0,1z} = Q_{co 0,1} * O_z$	zł/rok	25490,2	-
8	Roczna opłata stała	$O_{0,1m} = 12 * q_{co} * O_m$	zł/rok	7 132,69	-
9	Roczny abonament	$Ab_{0,1}$	zł/rok	-	-
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	$O_{co0,1} = O_{0,1z} + O_{0,1m}$	zł/rok	32 623	14 120
11	Roczne oszczędności kosztów*	$\Delta Or_{co}$	zł/rok	-	18 503
12	Całkowity koszt usprawnień	$N_{co} = N_u$	zł	302 989	334 877
13	Prosty czas zwrotu (SPBT)	$N_u / \Delta Or_{co}$	lata	-	18,10

\*wariant inwestycyjny z zastosowaniem rozwiązań pasywnych dla przegród zewnętrznych przyniesie oszczędności w późniejszej eksploatacji budynku

Założenia i opis oświetlenia wbudowanego					
<b>Dane do oceny:</b>					
Montaż instalacji oświetleniowej polega na zastosowaniu źródeł światła typu LED oraz wykonaniu niezbędnych instalacji w budynku wraz z przyłączem elektrycznym.					
<b>Przewi</b>					
Lp.	Opis		Jedn.	Ilość	Koszt
<b>I. Oprawy oświetleniowe</b>					
30	Oprawy oświetleniowe LED		kW	13,260	229 818
<b>Całkowity koszt usprawnień [zł]</b>					<b>229 818</b>

\*Koszt zakupu i montażu wraz z podatkiem VAT 23%

Ocena proponowanego przedsięwzięcia zmniejszającego zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla instalacji oświetlenia wbudowanego					
Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.		Stan docelowy
	opis	oznaczenie			
1	Czas użytkowania źródła światła ( $T_u$ )*	$T_u$	[h/rok]		1 800,00
2	Łączna moc znamionowa opraw oświetleniowych ( $M_0, M_1$ )	$(M_0, M_1)$	[kW]		13,260
3	Ilość energii końcowej dla systemu oświetlenia wbudowanego ( $Q_{k,L}$ )	$Q_{k,L}$	[kWh/rok]		23 868,22
			[GJ/rok]		85,93
5	Koszt jednostkowy za zużycie energii elektrycznej	$N_{jedn.}$	zł/kWh		0,60
6	Roczne koszty oświetlenia	$\Delta_{or,L}$	zł/rok		14 321

Określono na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. 2012, poz. 962) - Tabela nr 6. Czasy użytkowania źródeł światła w zależności od rodzaju budynku i przeznaczenia pomieszczenia, poz. 5. Pomieszczenia w budynkach biurowych i użyteczności publicznej.

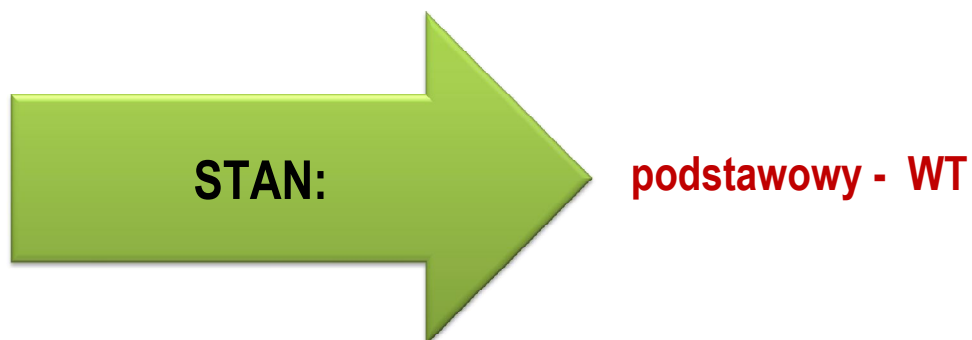
## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w budynku

## 8.1. Opis robot

Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku (wstępna wycena oraz średnie ceny materiałów i usług)

Lp.	Opis wariantu projektowanego	Obmiar			Wariant WT	Wariant projektowy
		jm.	Ilość		zł brutto	zł brutto
1.	FASADA WENTYLOWANA Z PŁYT KOMPOZYTOWYCH: • Farba wew. oraz tynk lub gładź cem-wap. * Żelbet / pustak ceramiczny * Warstwa izolacji termicznej - płyty wełny mineralnej o grubości 30 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ • Konstrukcja aluminiowa * Pustka powietrzna • Płyta stalowa mocowana na stelażu	m <sup>2</sup>	673,74	zł	42 384	52 990
2.	ŚCIANA TRÓJWARSTWOWA * Tynk cem.-wap. * Ściana z pustaków ceramicznych * Warstwą izolacji termicznej - wełna mineralna o grubości 30 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ * Pustka powietrzna * Mur z cegły klinkierowej	m <sup>2</sup>	1 404,65	zł	116 024	283 177
3	System fasadowy słupowo-ryglowy z profili aluminiowych i szkłem trójkomorowym		70,71	zł	42 384	52 990
4	Podłoga na gruncie - z izolacyjną warstwą styropianu twardego o grubości 20 cm i wsp. $\lambda \leq 0,032$	m <sup>2</sup>	1 154,87	zł	131 470	173 231
5	DACH Z PŁYT WARSTWOWYCH: • Konstrukcja nośna z kratownic stalowych * Podkonstrukcja stalowa • Płyty warstwowe o grubości 20 cm i wsp. $\lambda \leq 0,025$	m <sup>2</sup>	752,94	zł	225 506	233 411
6	DACH ŻELBETOWY • Płyta żelbetowa • Warstwa betonu lekkiego • Warstwa izolacji termicznej - wełna mineralna o grubości 35 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ • Dwie warstwy papy asfaltowej	m <sup>2</sup>	401,93	zł	79 823	108 521
7	Drzwi zewnętrzne	m <sup>2</sup>	22,80	zł	26 813	33 197
8	Montaż oświetlenia typu LED wraz z instalacją elektryczną i przyłączem	kpl	1	zł	229 818	229 818
9	System grzewczy wraz z instalacją c.o. i c.w.u.	kpl.	1	zł	341 016	373 549
10	Instalacja wentylacji mechanicznej	kpl.	1	zł	133 410	133 410
11	Montaż instalacji fotowoltaicznej	kpl.	1	zł	0	437 559
				<b>Razem:</b>	<b>1 368 647</b>	<b>2 111 852</b>





## DANE WSTĘPNE - stan podstawowy - WT

## Temperatura wewnętrzna

Lp.	Pomieszczenia	Pow. ogrz.	Temperatura wewnętrzna	Kubatura went.
		m <sup>2</sup>	°C	m <sup>3</sup>
		A <sub>i</sub>	t <sub>w</sub>	V <sub>w</sub>
1.	Pomieszczenie użytkowe	1 616,20	20,0	11 860,03
2.				
3.				
4.				
6.	<b>OGÓLEM</b>	<b>1 616,20</b>	<b>20,0</b>	<b>11 860,03</b>

- Wysokość pomieszczeń	m	-
- Wysokość piwnic	m	-
- Strefa klimatyczna	-	III

$\theta_{s1}$  = °C -20,0

- Kubatura budynku	m <sup>3</sup>	-
--------------------	----------------	---

## Wewnętrzna pojemność ciepła

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
1.	Domyślna pojemność ciepła odniesiona do powierzchni o regulowanej temperaturze (C <sub>int</sub> )	kJ/(K·m <sup>2</sup> )	260
2.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze (A <sub>i</sub> )	m <sup>2</sup>	1 616,2
3.	Wewnętrzna pojemność ciepła (C <sub>in</sub> )	kJ/K	420 212
4.	Suma współczynników strat przez przenikanie i wentylację (H <sub>tr</sub> + H <sub>tr,vent</sub> )	WK	1 709
5.	Stała czasowa τ	h	68,29
6.	Parametr numeryczny (B <sub>tr</sub> )	-	5,55

## Współczynniki związane z zyskami słonecznymi

Lp.	Wyszczególnienie		Wartość
	opis	symbol	
1.	Współczynnik przepuszczalności promieni słonecznych	g	0,75
2.	Współczynnik udziału szyb w oknach	C <sub>i</sub>	0,70
3.	Współczynnik zacielenia	Z	1,00
4.	Współczynnik nachylenia okien	k <sub>s</sub>	1

Pomieszczenie nieogrzewane dla wyznaczenia parametru b<sub>o</sub>

Lp.	Pomieszczenia	Pow. ni/ogr.	Krotność wymian	Kubatura went.
		m <sup>2</sup>	1/h	m <sup>3</sup>
		A <sub>i</sub>	f <sub>min</sub>	V <sub>w</sub>
1.	Piwnice		0,3	-
2.	Garaze		0,3	-
6.	<b>OGÓLEM</b>	<b>0,00</b>		<b>0,00</b>

- Wysokość pomieszczeń nieogrzewanych	m	-
---------------------------------------	---	---

## Rodzaj budynku

Szkoły 3

## Typ konstrukcji

ciężka 4

## Typ oszkleń

Podwójna szyba 2

## Uytuowanie budynku

Budynki na otwartej przestrzeni lub wysokie i wysokiściowe w centrach miast 1

## Liczba stopniodni [Sd]

Miesiąc	t <sub>o</sub> [°C]	t <sub>o</sub> (m) [°C]	L <sub>o</sub> (m) [dni]	Sd [dzień·Krok]
I	20,0	-0,3	31	629,3
II	20,0	-0,3	28	568,4
III	20,0	3,0	31	527,0
IV	20,0	7,8	30	366,0
V	20,0	14,2	5	29,0
VI	20,0	15,9	0	0,0
VII	20,0	16,3	0	0,0
VIII	20,0	17,4	0	0,0
IX	20,0	12,8	5	36,0
X	20,0	10,1	31	306,9
XI	20,0	3,7	30	489,0
XII	20,0	-0,6	31	638,6
suma:				<b>3 590,2</b>

## Inne dane

Wyszcz.	Jedn.	Wartość
Liczba osób	Mk.	100
Liczba lokali	szk.	-
Rok budowy	-	w planach
Liczba kondygnacji	-	sala i dwukondygnacyjne zaplecze
Powierzchnia zabudowy	m <sup>2</sup>	-

## Opłaty za energię

Opłaty jednostkowe	Jedn.	C.O	C.W.U
Opłata stała razem	zł/MW/m-c	8 689,93	8 689,93
opłata stała za moc zamówioną	zł/MW/m-c		
opłata stała za przesył	zł/MW/m-c		
Opłata zmienna razem	zł/GJ	53,31	53,31
opłata zmienna za zużycie	zł/GJ		
opłata zmienna za przesył	zł/GJ		
moc zamówiona	MW		

## Zużycie energii zmierzone

	CO	C.W.U	RAZEM
2012			
2013			
2014			
ŚREDNIA:		-	

°C.w.u. przygotowywana jest indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych

Przyjęta do obliczeń cena energii:

0,6 zł/kWh  
166,8 zł/GJ

wartość przel. energii elektr.: 0,0036 GJ/kWh

## WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA - stan podstawowy - WT

## Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie - przegrody zewnętrzne części ogrzewanej

Lp.	Przegroda		Parametry				
	Symbol	Opis					
1	SZ	Ściany zewnętrzne	Otwory [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
Elewacja							
1.1	SPK	FASADA WENTYLOWANA Z PŁYT KOMPOZYTOWYCH		673,74	0,250	1	168,44
1.2	S3W	ŚCIANA TRÓJWARSTWOWA		1 404,65	0,250	1	351,16
1.4	PSZ	PRZESZKOLENIE W FORMIE OKIEN ZWYKŁYCH		70,71	1,300	1	91,92
3.	PG	Podłoga na gruncie	-	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	-	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
Wszystkie							
3.1	PG	PODŁOGA NA GRUNCIE		1 154,87	0,300	-	346,46
3.	STR	Stropodach / Dach	Korekta [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
Wszystkie							
3.1	DŻ	DACH ŻELBETOWY		401,93	0,200	1	80,39
3.2	DPW	DACH Z PŁYT WARSTWOWYCH		752,94	0,200	1	150,59
4.	OK. / DZ	Stolarka okienna i drzwiowa	Obwód [m]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
Wszystkie							
4.1	D1	Drzwi pełne ocieplone z ramą wielokomorową		22,80	1,700	1	38,76

$$H_{tr,1} = 1\,227,72 \quad \text{W/K}$$

## Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie - mostki cieplne

Lp.	Mostek cieplny		$\psi_e$ b <sub>tr,i</sub> [W/mK]	l <sub>e</sub> [m]	b <sub>tr,i</sub>	b <sub>tr,i</sub> $\psi_e$ l <sub>e</sub> [W/K]
	typ	opis				
					1	0,00

$$H_{tr,2} = 0,00 \quad \text{W/K}$$

zaj budynku:

$$V_{ve}: 0,42 \cdot 10^{-3} \quad \text{m}^3/(\text{s m}^2)$$

$$V_{ve}: 0,00042 \quad \text{m}^3/(\text{s m}^2)$$

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez wentylację  
- wentylacja grawitacyjna (wg krotności wymian)

Wyszczególnienie	Jm.	Dane
Kubatura wentylowana (V <sub>ve,1</sub> )	m <sup>3</sup>	11 860,03
Liczba wymian	1/h	0,560
Strumień powietrza wentylacyjnego (V <sub>0</sub> )	m <sup>3</sup> /h	6 641,6
	m <sup>3</sup> /s	0,6788
b <sub>ve,1</sub> pa ca	[J/(m <sup>3</sup> K)]	1200
b <sub>ve,1</sub> pa ca V <sub>ve</sub>	W/K	814,56
V <sub>ve,2,nn</sub> = V <sub>inf</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,6589
b <sub>ve,2</sub> p <sub>a</sub> c <sub>a</sub>	[J/(m <sup>3</sup> K)]	1200
p <sub>a</sub> c <sub>a</sub> b <sub>ve,2</sub> V <sub>ve,2,nn</sub>	W/K	790,67

$$\text{Sprawność rekuperatora \%} = 70,00$$

$$\text{Całkowity współczynnik strat przez przenikanie: } H_{tr} = 1\,227,72 \quad \text{W/K}$$

## WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA - stan podstawowy - WT

Całkowity współczynnik strat ciepła przez wentylację:  $H_{ve} = 481,57$  W/K

powierzchnia wszystkich przegród (A) =  $2\,332,54$  m<sup>2</sup>

## STRATY I ZYSKI CIEPŁA - stan podstawowy - WT

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie ( $Q_{tr}$ ) i wentylację ( $Q_{ve}$ )

Miesiąc	Temperatura wewnętrzna	Temperatura zewnętrzna	Różnica temperatur	Liczba godzin w miesiącu	Wsp. strat przen.	Straty przez przenikanie	Wsp. strat went.	Straty przez wentylację
	$q_{int,H}$ [°C]	$q_e$ [°C]	$q_{int,H} - q_e$ [K]	$t_M$ [h]	$H_{tr}$ [W/K]	$Q_{tr}$ [kWh/m-c]	$H_{ve}$ [W/K]	$Q_{ve}$ [kWh/m-c]
Styczeń	20,0	-0,3	20,3	744	1 227,72	18 542,51	481,57	7 273,23
Luty	20,0	-0,3	20,3	672		16 748,07		6 569,37
Marzec	20,0	3,0	17,0	744		15 528,21		6 090,88
Kwiecień	20,0	7,8	12,2	720		10 784,30		4 230,10
Maj	20,0	14,2	5,8	744		5 297,86		2 078,06
Czerwiec	20,0	15,9	4,1	720		3 624,23		1 421,59
Lipiec	20,0	16,3	3,7	744		3 379,67		1 325,66
Sierpień	20,0	17,4	2,6	744		2 374,90		931,55
Wrzesień	20,0	12,8	7,2	720		6 364,50		2 496,45
Październik	20,0	10,1	9,9	744		9 042,90		3 547,04
Listopad	20,0	3,7	16,3	720		14 408,53		5 651,69
Grudzień	20,0	-0,6	20,6	744		18 816,54		7 380,71
suma:				8 760		124 912,22		48 996,33

całkowita roczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację:

 $Q_{H,ht} = 173\,908,55$  kWh/rok

626,07 GJ/rok

## Obliczenia zysków ciepła od promieniowania słonecznego

Powierzchnia okien $A_i$ [m <sup>2</sup> ] na danym kierunku			
PD-WSCH	PN-WSCH	PN-ZACH	PD-ZACH
0,00	70,71	0,00	0,00

Miesiąc	I SE 90 [kWh/(m <sup>2</sup> m-c)]	I NE 90 [kWh/(m <sup>2</sup> m-c)]	I NW 90 [kWh/(m <sup>2</sup> m-c)]	I SW 90 [kWh/(m <sup>2</sup> m-c)]	$C_i$ g	$k_c$	Z	$Q_{sol}$ [kWh/m-c]
Styczeń	31,9	18,2	18,2	31,3	0,525	1	1,00	676,75
Luty	31,0	22,3	22,3	29,8				826,84
Marzec	58,9	46,1	45,3	55,1				1 710,88
Kwiecień	95,0	73,6	71,3	90,5				2 730,68
Maj	124,7	101,5	96,3	114,1				3 769,22
Czerwiec	121,8	109,6	104,3	114,4				4 067,17
Lipiec	118,1	106,6	103,7	112,7				3 957,58
Sierpień	108,3	89,2	86,2	102,7				3 312,43
Wrzesień	70,1	54,8	55,2	71,8				2 033,73
Październik	48,7	33,7	33,7	50,2				1 251,45
Listopad	24,3	17,5	17,5	24,8				647,83
Grudzień	17,4	16,1	16,1	17,3				597,82
suma:								25 582,38

całkowite zyski ciepła od promieniowania słonecznego:

 $Q_{sol} = 25\,582,38$  kWh/rok

92,10 GJ/rok

## Obliczenie wewnętrznych zysków ciepła

Miesiąc	$q_{int}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	$t_M$ [h]	$Q_{int}$ [kWh/m-c]
Styczeń	3,000	1 616,2	744	3 607,36
Luty			672	3 258,26
Marzec			744	3 607,36
Kwiecień			720	3 490,99
Maj			744	3 607,36
Czerwiec			720	3 490,99
Lipiec			744	3 607,36
Sierpień			744	3 607,36
Wrzesień			720	3 490,99
Październik			744	3 607,36
Listopad			720	3 490,99
Grudzień			744	3 607,36
suma:				42 473,74

całkowite wewnętrzne zyski ciepła:

 $Q_{int} = 42\,473,74$  kWh/rok

152,91 GJ/rok

## ROZNE ZAPOTRZEBOWANIE CIEPŁA UŻYTKOWEGO (QH,nd) - stan podstawowy - WT

$a_H = 5,553$

$Y_{H,lim} = 1,180$

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania  $Q_{H,nd}$ 

Miesiąc	$Q_{H,ht}$ [kWh/m-c]	$Q_{H,gn}$ [kWh/m-c]	$Y_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ [kWh/m-c]
Styczeń	25 815,74	3 607,36	0,140	1,000	22 208,44
Luty	23 317,44	3 258,26	0,140	1,000	20 059,23
Marzec	21 619,09	3 607,36	0,167	1,000	18 011,87
Kwiecień	15 014,40	3 490,99	0,233	1,000	11 524,22
Maj	7 375,92	3 607,36	0,489	0,990	3 803,62
Czerwiec	5 045,82	3 490,99	0,692	0,956	1 707,62
Lipiec	4 705,33	3 607,36	0,767	0,935	1 331,39
Sierpień	3 306,45	3 607,36	1,091	0,808	0,00
Wrzesień	8 860,95	3 490,99	0,394	0,997	5 381,99
Październik	12 589,94	3 607,36	0,287	0,999	8 985,07
Listopad	20 060,22	3 490,99	0,174	1,000	16 569,41
Grudzień	26 197,25	3 607,36	0,138	1,000	22 589,94
suma:	173 908,55	42 473,74			132 172,80

Długość trwania sezonu grzewczego  $t_{SG}$ 

Miesiąc	$Y_{H,p.m.}$	$Y_{H,k.m.}$	$Y_{H,1}$	$Y_{H,2}$	$f_{H,m}$	$t_M$ [h/m-c]	$t_{SG}$ [h/m-c]
Styczeń	0,139	0,140	0,139	0,140	1,000	744	744,0
Luty	0,140	0,153	0,140	0,153	1,000	672	672,0
Marzec	0,153	0,200	0,153	0,200	1,000	744	744,0
Kwiecień	0,200	0,361	0,200	0,361	1,000	720	720,0
Maj	0,361	0,590	0,361	0,590	1,000	744	744,0
Czerwiec	0,590	0,729	0,590	0,729	1,000	720	720,0
Lipiec	0,729	0,929	0,729	0,929	1,000	744	744,0
Sierpień	0,929	0,742	0,742	0,929	1,000	744	744,0
Wrzesień	0,742	0,340	0,340	0,742	1,000	720	720,0
Październik	0,340	0,230	0,230	0,340	1,000	744	744,0
Listopad	0,230	0,156	0,156	0,230	1,000	720	720,0
Grudzień	0,156	0,139	0,139	0,156	1,000	744	744,0
suma:					12,000		8 760,0

[h/rok]

Zapotrzebowanie na energię użytkową (ciepło użytkowe) przez budynek (lokal mieszkalny):

$Q_{H,nd} = 132 172,80$  kWh/rok

$Q_{H,nd} = 475,82$  GJ/rok

$Q_{H,nd} / A_T = 81,78$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

$Q_{H,nd} / A_T = 0,294$  GJ/(m<sup>2</sup>a)

Długość trwania sezonu grzewczego:

$L_H = 12,0$  miesięcy

$t_{SG} = 8 760$  godzin

Zapotrzebowanie mocy dla c.o. i wentylacji:

$q_{c.o.} = 68,4$  kW

## ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ - stan podstawowy - WT

## Sprawności systemu ogrzewania i współczynniki przerw w ogrzewaniu

Uzasadnienie przyjętych zmian współczynników sprawności systemu ogrzewania - stan podstawowy - WT				
Lp.	Sprawności systemu	Oznaczenie	Dane	Uwagi <sup>*</sup>
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,G}$	0,99	Węzeł cieplny z obudową w ogrzewanym pomieszczeniu
2.	Sprawność przesyłu (dystrybucji)	$\eta_{H,d}$	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej (tab. 6, poz. 3a).
3.	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	0,95	Zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 55/45°C
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,89	ogrzewanie centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K, (tab. 3 poz. 5d)
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku	$\eta_{H,tot}$	0,804	Iloczyn danych pozycji od 1 do 4
*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie metodologii... (Dz. U. 2015, poz. 376)				
Lp.	Współczynniki przerw w ogrzewaniu	Oznaczenie	Dane	Uwagi <sup>**</sup>
6.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t$	0,85	Wykorzystanie budynku przez 5 dni w tygodniu
7.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	$w_d$	0,95	Minimum 8 godzin przerwy w ogrzewaniu
*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego (Dz. U. nr 43, poz. 346)				
Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Dane	Uwagi
8.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku, z uwzględnieniem współczynników przerw w ogrzewaniu	-	0,995	Iloczyn pozycji: 5. 6 i 7

## Zapotrzebowanie energii końcowej dla c.o. i c.w.u. (zuzycie energii)

Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.o.	$Q_{K,H} =$	132 820,34	kWh/rok
	$Q_{K,H} =$	478,15	GJ/rok
Wskaźnik energii końcowej dla c.o. i wentylacji	$E_{K,H} =$	82,18	kWh/m <sup>2</sup> /rok
	$E_{K,H} =$	0,296	GJ/rok

## ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ DO PRZYGOTOWANIA C.W.U. - stan podstawowy - WT

## Kalkulacja zapotrzebowania na moc ciepłą oraz zapotrzebowania na energię ciepłą do przygotowania c.w.u.

Lp.	Parametr			Dane
	Wyszczególnienie	Symbol	Jedn. miary	Stan istniejący
<b>1.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię ciepłą (netto) do przygotowania c.w.u.</b>	$Q_{W,nd}$	<b>kWh/rok</b>	<b>3 244,15</b>
			<b>GJ/rok</b>	<b>11,68</b>
1.1	jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{Wi}$	$dm^3/(m^2 \cdot d)$	0,25
1.2	powierzchnia pomieszczenia o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	$A_f$	$m^2$	1 616,20
1.3	ciepło właściwe wody	$c_w$	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
1.4	gęstość wody	$\rho_w$	$kg/dm^3$	1
1.5	obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym	$\theta_w$	$^{\circ}C$	55
1.6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem	$\theta_o$	$^{\circ}C$	10
1.7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej	$k_R$	-	0,420
1.8	liczba dni w roku	$t_R$	doły	365
<b>2.</b>	<b>Zapotrzebowanie na moc ciepłą do przygotowania c.w.u.</b>		<b>kW</b>	<b>4,7</b>
2.1	liczba godzin rozbioru c.w.u.	$T$	h	16
2.2	średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę w budynku	$V_{dśr.}$	$m^3/d$	0,404
2.3	średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę w budynku	$V_{hśr.}$	$m^3/h$	0,025
2.4	zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania 1 m <sup>3</sup> c.w.u.		$GJ/m^3$	0,189
2.5	współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody w budynku	$N$	-	3,571

## Sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Cechy	Sprawność	Oznaczenie	Dane
1.	Węzeł ciepły kompaktowy z obudową (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej), o mocy nominalnej do 100 kW	wytwarzania	$\eta_{W,g}$	0,97
2.	Centralne przygotowanie wody z obiegiem cyrkulacyjnym z ograniczonym czasem pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi	przesyłu	$\eta_{W,d}$	0,8
3.	System z zasobnikiem	akumulacji	$\eta_{W,s}$	0,85
4.	-	regulacji	$\eta_{W,e}$	1
<b>5.</b>	<b>Iloczyn dany pozycji od 1 do 4</b>	<b>całkowita</b>	<b><math>\eta_{W,tot}</math></b>	<b>0,660</b>

\*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie metodologii... (Dz. U. 2015, poz. 376)

$$\text{Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.w.u.} \quad Q_{K,W} = 4\,918,36 \text{ kWh/rok}$$

$$Q_{K,W} = 17,71 \text{ GJ/rok}$$

$$\text{Roczne zużycie c.w.u.:} \quad V_{rok,c.w.u.} = 61,94 \text{ m}^3$$

$$\text{Opłata za przygotowanie 1 m}^3 \text{ c.w.u.:} \quad O_{pcwu} = 23,15 \text{ zł/m}^3$$



## ZBIORCZE ZESTAWIENIE DANYCH - stan podstawowy - WT

## Stan: podstawowy - WT

Lp.	Wyszczególnienie	Jm.	Dane
1	Rok budowy	-	w planach
2	Liczba kondygnacji	-	sala i dwukondygnacyjne zaplecze
3	Kubatura budynku	m <sup>3</sup>	-
4	Kubatura części ogrzewanej	m <sup>3</sup>	11 860,03
5	Kubatura piwnic, garaży, etc.	m <sup>3</sup>	0,00
6	Powierzchnia netto budynku	m <sup>2</sup>	1 616,20
7	Powierzchnia użytkowa	m <sup>2</sup>	1 616,20
8	Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	1 616,20
9	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	m <sup>2</sup>	1 616,20
10	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m <sup>2</sup>	0,00
11	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
12	Liczba osób użytkujących budynek	os.	100
13	Współczynnik A/V	1/m	-
14	Strumień powietrza wentylacyjnego	m <sup>3</sup> /h	6 641,62
15	Liczba wymian	1/h	0,560
16	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	°C	20,0
17	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	°C	-20,0
18	Liczba stopniodni (Sd)	dzień K/rok	3 590,20
19	Sprawność wytwarzania	-	0,99
20	Sprawność przesyłania	-	0,96
21	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,89
22	Sprawność akumulacji	-	0,95
23	Uwzględnienie przew na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	0,85
24	Uwzględnienie przew na ogrzewanie w ciągu doby	-	0,95

Lp.	Wyszczególnienie	Jm.	Dane
25	Całkowita sprawność systemu (bez przew w ogrzewaniu)	-	0,804
26	Całkowita sprawność systemu (razem z przzerwami)	-	0,995
27	Obliczeniowa moc dla c.o. i wentylacji	kW	68,4
28	Obliczeniowa moc dla c.w.u.	kW	4,7
29	Zapotrzebowanie energii dla c.o. i wentylacji netto	GJ/a	475,82
		kWh/a	132 172,80
30	Zapotrzebowanie energii dla c.o. i wentylacji brutto	GJ/a	478,15
		kWh/a	132 820,34
30	Zapotrzebowanie energii dla c.w.u. netto	GJ/a	11,68
		kWh/a	3 244,15
31	Zapotrzebowanie energii dla c.w.u. brutto	GJ/a	17,71
		kWh/a	4 918,36
32	Rzeczywiste zużycie dla c.o. i c.w.u.	GJ/a	0,00
		kWh/a	0,00
33	Wskaźnik zap. energii netto dla c.o. (do powierzchni)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	81,78
		GJ/(m <sup>2</sup> a)	0,294
34	Wskaźnik zap. energii brutto dla c.o. (do kubatury)	kWh/(m <sup>3</sup> a)	11,20
35	Wskaźnik zap. energii brutto dla c.o. (do powierzchni)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	82,18
		GJ/(m <sup>2</sup> a)	0,296
36	Cena za 1 GJ na ogrzewanie	zł/GJ	53,31
37	Oplata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc	zł/MW/m-c	8 689,93
38	Oplata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej	zł/m <sup>3</sup>	23,15
39	Oplata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie wody użytkowej na miesiąc	zł/MW/m-c	8 689,93
40	Oplata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	zł/m <sup>2</sup>	20,18



## DANE WSTĘPNE - stan projektowany

## Temperatura wewnętrzna

Lp.	Pomieszczenia	Pow. ogrz.	Temperatura wewnętrzna	Kubatura went.
		m <sup>2</sup>	°C	m <sup>3</sup>
		A <sub>t</sub>	t <sub>w</sub>	V <sub>w</sub>
1.	Pomieszczenie użytkowe	1 616,20	20,0	11 860,03
6. OGÓLEM		1 616,20	20,0	11 860,03

- Wysokość pomieszczeń	m	-
- Wysokość piwnic	m	-
- Strefa klimatyczna	-	III

$\theta_{e}$  = °C -20,0

- Kubatura budynku	m <sup>3</sup>	-
--------------------	----------------	---

## Wewnętrzna pojemność ciepła

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
1.	Domyślna pojemność ciepła odniesiona do powierzchni o regulowanej temperaturze (C <sub>int</sub> )	kJ/(K·m <sup>2</sup> )	260
2.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze (A <sub>t</sub> )	m <sup>2</sup>	1 616,2
3.	Wewnętrzna pojemność ciepła (C <sub>in</sub> )	kJ/K	420 212
4.	Suma współczynników strat przez przenikanie i wentylację (H <sub>tr</sub> + H <sub>tr,vent</sub> )	WK	1 018
5.	Stała czasowa τ	h	114,65
6.	Parametr numeryczny (A <sub>tr</sub> )	-	8,64

## Współczynniki związane z zyskami słonecznymi

Lp.	Wyszczególnienie		Wartość
	opis	symbol	
1.	Współczynnik przepuszczalności promieni słonecznych	g	0,75
2.	Współczynnik udziału szyb w oknach	C <sub>t</sub>	0,70
3.	Współczynnik zacielenia	Z	0,95
4.	Współczynnik nachylenia okien	k <sub>s</sub>	1

Pomieszczenie nieogrzewane dla wyznaczenia parametru b<sub>p</sub>

Lp.	Pomieszczenia	Pow. n/ogr.	Krotność wymian	Kubatura went.
		m <sup>2</sup>	1/h	m <sup>3</sup>
		A <sub>t</sub>	f <sub>max</sub>	V <sub>w</sub>
1.	Piwnice		0,3	-
2.	Garaż		0,3	-
6.	OGÓLEM	0,00		0,00

- Wysokość pomieszczeń nieogrzewanych	m	-
---------------------------------------	---	---

## Rodzaj budynku

Szkoły 3

## Typ konstrukcji

ciężka 4

## Typ oszkleńcia

Podwójna szyba 2

## Uytuowanie budynku

Budynki w miastach w otoczeniu budynków o zbliżonej wysokości 3

## Liczba stopniodni [Sd]

Miesiąc	t <sub>e</sub> [°C]	t <sub>e</sub> (m) [°C]	L <sub>e</sub> (m) [dni]	Sd [dzień Krok]
I	20,0	-0,3	31	629,3
II	20,0	-0,3	28	568,4
III	20,0	3,0	31	527,0
IV	20,0	7,8	30	366,0
V	20,0	14,2	5	29,0
VI	20,0	15,9	0	0,0
VII	20,0	16,3	0	0,0
VIII	20,0	17,4	0	0,0
IX	20,0	12,8	5	36,0
X	20,0	10,1	31	306,9
XI	20,0	3,7	30	489,0
XII	20,0	-0,6	31	638,6
suma:				3 590,2

## Inne dane

Wyszcz.	Jedn.	Wartość
Liczba osób	Mk.	100
Liczba lokali	szk.	-
Rok budowy	-	w planach
Liczba kondygnacji	-	sala i dwukondygnacyjne zaplecze
Powierzchnia zabudowy	m <sup>2</sup>	-

## Opłaty za energię

Opłaty jednostkowe	Jedn.	C.O	C.W.U
Opłata stała razem	zł/MW/m-c	8 689,93	8 689,93
opłata stała za moc zamówioną	zł/MW/m-c		
opłata stała za przesył	zł/MW/m-c		
Opłata zmienna razem	zł/GJ	53,31	53,31
opłata zmienna za zużycie	zł/GJ		
opłata zmienna za przesył	zł/GJ		
moc zamówiona	MW		

## Zużycie energii zmierzone

	CO	C.W.U	RAZEM
2012			0,00
2013			0,00
2014			0,00
ŚREDNIA:	0,00	-	0,00

°C.w.u. przygotowywana jest indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych

Przyjęta do obliczeń cena energii:

0,6 zł/kWh  
166,8 zł/GJ

wartość przel. energii elektr.: 0,0036 GJ/kWh

## WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA - stan projektowany

## Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie - przegrody zewnętrzne części ogrzewanej

Lp.	Przegroda		Parametry				
	Symbol	Opis					
1	SZ	Ściany zewnętrzne	Otwory [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
<b>Elewacje</b>							
1.1	SPK	FASADA WENTYLOWANA Z PŁYT KOMPOZYTOWYCH: • Farba wew. oraz tynk lub gładź cem-wap. * Żelbet / pustak ceramiczny * Warstwa izolacji termicznej - płyty wełny mineralnej o grubości 30 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ • Konstrukcja aluminiowa * Pustka powietrzna • Płyta stalowa mocowana na stelażu		673,74	0,126	1	84,89
1.2	S3W	ŚCIANA TRÓJWARSTWOWA * Tynk cem-wap. * Ściana z pustaków ceramicznych * Warstwą izolacji termicznej - wełna mineralna o grubości 30 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ * Pustka powietrzna * Mur z cegły klinkierowej		1 404,65	0,126	1	176,99
1.3	OK.	System fasadowy słupowo-ryglowy z profili aluminiowych i szkłem trójkomorowym		70,71	0,700	1	49,50
2	PG	Podłoga przy gruncie	-	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	-	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
<b>Wszystkie</b>							
2.2	PG	Podłoga na gruncie - z izolacyjną warstwą styropianu twardego o grubości 20 cm i wsp. $\lambda \leq 0,032$		1 154,87	0,111	-	128,19
3.	STR	Stropodach / Dach	Korekta [m <sup>2</sup> ]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
<b>Wszystkie</b>							
3.1	DŻ	DACH ŻELBETOWY • Płyta żelbetowa • Warstwa betonu lekkiego • Warstwa izolacji termicznej - wełna mineralna o grubości 35 cm i wsp. $\lambda \leq 0,042$ • Dwie warstwy papy asfaltowej		401,93	0,113	1	45,42
3.2	DPW	DACH Z PŁYT WARSTWOWYCH: • Konstrukcja nośna z kratownic stalowych * Podkonstrukcja stalowa • Płyty warstwowe o grubości 20 cm i wsp. $\lambda \leq 0,025$		752,94	0,123	1	92,61
4.	DZ	Stołarka drzwiowa	Obwód [m]	A <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>i</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	b <sub>tr,i</sub>	A <sub>i</sub> U <sub>i</sub> b <sub>tr,i</sub> [W/K]
<b>Drzwi</b>							
4.1	D1	Drzwi pełne ocieplone z ramą wielokomorową		22,80	0,800	1	18,24

$$H_{tr,1} = 595,84 \quad \text{W/K}$$

## Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie - mostki cieplne

Lp.	Mostek cieplny		$\psi_e$ b <sub>tr,i</sub> [W/mK]	l <sub>e</sub> [m]	b <sub>tr,i</sub>	b <sub>tr,i</sub> $\psi_e$ l <sub>e</sub> [W/K]
	typ	opis				
					1	0,00

## WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA - stan projektowany

$$H_{tr,2} = 0,00 \quad \text{W/K}$$

zaj budynku:

$$V_{ve}: 0,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{s m}^2)$$

$$V_{ve}: 0,00042 \text{ m}^3/(\text{s m}^2)$$

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez wentylację  
- wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła

Wyszczególnienie	Jm.	Dane
Kubatura wentylowana ( $V_{ve,1}$ )	$\text{m}^3$	8 895,02
Liczba wymian	1/h	2,000
Strumień powietrza wentylacyjnego ( $V_{su}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	17 790,0
	$\text{m}^3/\text{s}$	0,6788
$b_{ve,1} \rho_a c_a$	$[\text{J}/(\text{m}^3\text{K})]$	1200
$b_{ve,1} \rho_a c_a V_{ve}$	W/K	814,56

$V_{ve,2,nn} = V_{inf}$	$\text{m}^3/\text{s}$	0,4942
$b_{ve,2} \rho_a c_a$	$[\text{J}/(\text{m}^3\text{K})]$	1200
$\rho_a c_a b_{ve,2} V_{ve,2,nn}$	W/K	593,00

Sprawność rekuperatora % 70

$$\text{Całkowity współczynnik strat przez przenikanie: } H_{tr} = 595,84 \quad \text{W/K}$$

$$\text{Całkowity współczynnik strat ciepła przez wentylację: } H_{ve} = 422,27 \quad \text{W/K}$$

## STRATY I ZYSKI CIEPŁA - stan projektowany

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie ( $Q_{tr}$ ) i wentylację ( $Q_{ve}$ )

Miesiąc	Temperatura wewnętrzna	Temperatura zewnętrzna	Różnica temperatur	Liczba godzin w miesiącu	Wsp. strat przen.	Straty przez przenikanie	Wsp. strat went.	Straty przez wentylację
	$q_{int,H}$ [°C]	$q_e$ [°C]	$q_{int,H} - q_e$ [K]	$t_M$ [h]	$H_{tr}$ [W/K]	$Q_{tr}$ [kWh/m-c]	$H_{ve}$ [W/K]	$Q_{ve}$ [kWh/m-c]
Styczeń	20,0	-0,3	20,3	744	595,84	8 999,05	422,27	6 377,60
Luty	20,0	-0,3	20,3	672		8 128,17		5 760,42
Marzec	20,0	3,0	17,0	744		7 536,15		5 340,85
Kwiecień	20,0	7,8	12,2	720		5 233,83		3 709,21
Maj	20,0	14,2	5,8	744		2 571,16		1 822,17
Czerwiec	20,0	15,9	4,1	720		1 758,91		1 246,54
Lipiec	20,0	16,3	3,7	744		1 640,22		1 162,42
Sierpień	20,0	17,4	2,6	744		1 152,59		816,84
Wrzesień	20,0	12,8	7,2	720		3 088,82		2 189,04
Październik	20,0	10,1	9,9	744		4 388,70		3 110,26
Listopad	20,0	3,7	16,3	720		6 992,74		4 955,74
Grudzień	20,0	-0,6	20,6	744		9 132,04		6 471,86
suma:				8 760		60 622,38		42 962,95

całkowita roczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację:

 $Q_{H,ht} = 103 585,33$  kWh/rok

372,91 GJ/rok

## Obliczenia zysków ciepła od promieniowania słonecznego

Powierzchnia okien $A_f$ [m <sup>2</sup> ] na danym kierunku			
PD-WSCH	PN-WSCH	PN-ZACH	PD-ZACH
0,00	70,71	0,00	0,00

Miesiąc	I SE 90 [kWh/(m2m-c)]	I NE 90 [kWh/(m2m-c)]	I NW 90 [kWh/(m2m-c)]	I SW 90 [kWh/(m2m-c)]	$C_i$ g	$k_u$	Z	$Q_{sol}$ [kWh/m-c]
Styczeń	31,9	18,2	18,2	31,3	0,525	1	0,95	642,91
Luty	31,0	22,3	22,3	29,8				785,49
Marzec	58,9	46,1	45,3	55,1				1 625,33
Kwiecień	95,0	73,6	71,3	90,5				2 594,14
Maj	124,7	101,5	96,3	114,1				3 580,76
Czerwiec	121,8	109,6	104,3	114,4				3 863,81
Lipiec	118,1	106,6	103,7	112,7				3 759,70
Sierpień	108,3	89,2	86,2	102,7				3 146,80
Wrzesień	70,1	54,8	55,2	71,8				1 932,05
Październik	48,7	33,7	33,7	50,2				1 188,87
Listopad	24,3	17,5	17,5	24,8				615,44
Grudzień	17,4	16,1	16,1	17,3				567,93
suma:								24 303,23

całkowite zyski ciepła od promieniowania słonecznego:

 $Q_{sol} = 24 303,23$  kWh/rok

87,49 GJ/rok

## Obliczenie wewnętrznych zysków ciepła

Miesiąc	$q_{int}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	$t_M$ [h]	$Q_{int}$ [kWh/m-c]
Styczeń	3,00	1 616,2	744	3 607,36
Luty			672	3 258,26
Marzec			744	3 607,36
Kwiecień			720	3 490,99
Maj			744	3 607,36
Czerwiec			720	3 490,99
Lipiec			744	3 607,36
Sierpień			744	3 607,36
Wrzesień			720	3 490,99
Październik			744	3 607,36
Listopad			720	3 490,99
Grudzień			744	3 607,36
suma:				42 473,74

całkowite wewnętrzne zyski ciepła:

 $Q_{int} = 42 473,74$  kWh/rok

152,91 GJ/rok

## ROczne ZAPOTRZEBOWANIE CIEPŁA UŻYTKOWEGO (QH,nd) - stan projektowany

$a_H = 8,643$

$Y_{H,lim} = 1,116$

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania  $Q_{H,nd}$ 

Miesiąc	$Q_{H,ht}$ [kWh/m-c]	$Q_{H,gn}$ [kWh/m-c]	$Y_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ [kWh/m-c]
Styczeń	15 376,65	3 607,36	0,235	1,000	11 769,30
Luty	13 888,59	3 258,26	0,235	1,000	10 630,34
Marzec	12 877,00	3 607,36	0,280	1,000	9 269,68
Kwiecień	8 943,04	3 490,99	0,390	1,000	5 452,68
Maj	4 393,33	3 607,36	0,821	0,962	924,07
Czerwiec	3 005,45	3 490,99	1,162	0,818	0,00
Lipiec	2 802,64	3 607,36	1,287	0,755	0,00
Sierpień	1 969,43	3 607,36	1,832	0,545	0,00
Wrzesień	5 277,86	3 490,99	0,661	0,990	1 820,69
Październik	7 498,96	3 607,36	0,481	0,999	3 894,96
Listopad	11 948,48	3 490,99	0,292	1,000	8 457,55
Grudzień	15 603,90	3 607,36	0,231	1,000	11 996,55
suma:	103 585,33	42 473,74			64 215,82

Długość trwania sezonu grzewczego  $t_{SG}$ 

Miesiąc	$Y_{H,p.m.}$	$Y_{H,k.m.}$	$Y_{H,1}$	$Y_{H,2}$	$f_{H,m}$	$t_M$ [h/m-c]	$t_{SG}$ [h/m-c]
Styczeń	0,233	0,235	0,233	0,235	1,000	744	744,0
Luty	0,235	0,257	0,235	0,257	1,000	672	672,0
Marzec	0,257	0,335	0,257	0,335	1,000	744	744,0
Kwiecień	0,335	0,606	0,335	0,606	1,000	720	720,0
Maj	0,606	0,991	0,606	0,991	1,000	744	744,0
Czerwiec	0,991	1,224	0,991	1,224	0,365	720	263,0
Lipiec	1,224	1,559	1,224	1,559	0,000	744	0,0
Sierpień	1,559	1,247	1,247	1,559	0,000	744	0,0
Wrzesień	1,247	0,571	0,571	1,247	0,888	720	639,5
Październik	0,571	0,387	0,387	0,571	1,000	744	744,0
Listopad	0,387	0,262	0,262	0,387	1,000	720	720,0
Grudzień	0,262	0,233	0,233	0,262	1,000	744	744,0
suma:					9,253		6 734,5

[h/rok]

Zapotrzebowanie na energię użytkową (ciepło użytkowe) przez budynek (lokal mieszkalny):

$Q_{H,nd} = 64 215,82 \text{ kWh/rok}$

$Q_{H,nd} = 231,18 \text{ GJ/rok}$

$Q_{H,nd} / A_T = 39,73 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

$Q_{H,nd} / A_T = 0,143 \text{ GJ/(m}^2\text{a)}$

Długość trwania sezonu grzewczego:

$L_H = 9,3 \text{ miesiące}$

$t_{SG} = 6 735 \text{ godzin}$

Zapotrzebowanie mocy dla c.o. i wentylacji:

$q_{c.o.} = 40,7 \text{ kW}$

## ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ - stan projektowany

## Sprawności systemu ogrzewania i współczynniki przerw w ogrzewaniu

Uzasadnienie przyjętych zmian współczynników sprawności systemu ogrzewania - stan projektowany				
Lp.	Sprawności systemu	Oznaczenie	Dane	Uwagi*
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	2,6	Pompa ciepła typu powietrze/woda
2.	Sprawność przesyłu (dystrybucji)	$\eta_{H,d}$	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej (tab. 6, poz. 3a).
3.	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	0,95	Zasobnik ciepła w systemie ogrzewania o parametrach 55/45°C
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,93	Ogrzewanie wodne w przypadku regulacji: centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-calkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą (tab. 3, poz. 5e).
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku	$\eta_{H,tot}$	2,205	Iloczyn danych pozycji od 1 do 4
*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie metodologii... (Dz. U. 2015, poz. 376)				
Lp.	Współczynniki przerw w ogrzewaniu	Oznaczenie	Dane	Uwagi**
6.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t$	0,85	Wykorzystanie budynku przez 5 dni w tygodniu
7.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	$w_d$	0,95	Minimum 8 godzin przerwy w ogrzewaniu
*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego (Dz. U. nr 43, poz. 346)				
Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Dane	Uwagi
8.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku, z uwzględnieniem współczynników przerw w ogrzewaniu	-	2,731	Iloczyn pozycji: 5. 6 i 7

## Zapotrzebowanie energii końcowej dla c.o. i c.w.u. (zużycie energii)

Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.o.	$Q_{k,H} =$	23 514,37	kWh/rok
	$Q_{k,H} =$	84,65	GJ/rok
Wskaźnik energii końcowej dla c.o. i wentylacji	$E_{k,H} =$	14,55	kWh/m <sup>2</sup> rok
	$E_{k,H} =$	0,052	GJ/rok



## ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ DO PRZYGOTOWANIA C.W.U. - stan projektowany

## Kalkulacja zapotrzebowania na moc cieplną oraz zapotrzebowania na energię cieplną do przygotowania c.w.u.

Lp.	Parametr			Dane
	Wyszczególnienie	Symbol	Jedn. miary	Stan istniejący
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię cieplną (netto) do przygotowania c.w.u.	$Q_{W,nd}$	kWh/rok	3 244,15
			GJ/rok	11,68
1.1	jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{Wi}$	$dm^3/(m^2 \cdot d)$	0,25
1.2	powierzchnia pomieszczenia o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	$A_f$	$m^2$	1 616,20
1.3	ciepło właściwe wody	$c_w$	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
1.4	gęstość wody	$\rho_w$	$kg/dm^3$	1
1.5	obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym	$\theta_w$	$^{\circ}C$	55
1.6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem	$\theta_o$	$^{\circ}C$	10
1.7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej	$k_R$	-	0,420
1.8	liczba dni w roku	$t_R$	doły	365
2.	Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u.		kW	4,7
2.1	liczba godzin rozbioru c.w.u.	T	h	16
2.2	średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę w budynku	$V_{dśr.}$	$m^3/d$	0,404
2.3	średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę w budynku	$V_{hśr.}$	$m^3/h$	0,025
2.4	zapotrzebowanie na energię cieplną do przygotowania 1 m <sup>3</sup> c.w.u.		GJ/m <sup>3</sup>	0,189
2.5	współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody w budynku	N	-	3,571

## Sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Cechy	Sprawność	Oznaczenie	Dane
1.	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej), o mocy nominalnej do 100 kW	wytwarzania	$\eta_{W,g}$	2,6
2.	Centralne przygotowanie wody z obiegiem cyrkulacyjnym z ograniczonym czasem pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi	przesyłu	$\eta_{W,d}$	0,8
3.	System z zasobnikiem	akumulacji	$\eta_{W,s}$	0,85
4.	-	regulacji	$\eta_{W,e}$	1
5.	Iloczyn dany pozycji od 1 do 4	całkowita	$\eta_{W,tot}$	1,768

\*Źródło danych: Rozporządzenie w sprawie metodologii... (Dz. U. 2015, poz. 376)

$$\text{Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.w.u.} \quad Q_{K,W} = 1\,834,93 \text{ kWh/rok}$$

$$Q_{K,W} = 6,61 \text{ GJ/rok}$$

$$\text{Roczne zużycie c.w.u.:} \quad V_{rok,c.w.u.} = 61,94 \text{ m}^3$$

$$\text{Opłata za przygotowanie 1 m}^3 \text{ c.w.u.:} \quad O_{pcwu} = 13,60 \text{ zł/m}^3$$

## ZBIORCZE ZESTAWIENIE DANYCH - stan projektowany

Stan: projektowany

Lp.	Wyszczególnienie	Jm.	Dane
1	Rok budowy	-	w planach
2	Liczba kondygnacji	-	sala i dwukondygnacyjne zaplecze
3	Kubatura budynku	m <sup>3</sup>	-
4	Kubatura części ogrzewanej	m <sup>3</sup>	11 860,03
5	Kubatura piwnic, garaży, etc.	m <sup>3</sup>	0,00
6	Powierzchnia netto budynku	m <sup>2</sup>	1 616,20
7	Powierzchnia użytkowa	m <sup>2</sup>	1 616,20
8	Powierzchnia ogrzewana	m <sup>2</sup>	1 616,20
9	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	m <sup>2</sup>	1 616,20
10	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m <sup>2</sup>	0,00
11	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
12	Liczba osób użytkujących budynek	os.	100
13	Współczynnik A/V	1/m	-
14	Strumień powietrza wentylacyjnego	m <sup>3</sup> /h	17 790,05
15	Liczba wymian	1/h	2,000
16	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	°C	20,0
17	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	°C	-20,0
18	Liczba stopniodni (Sd)	dzień K/rok	3 590,20
19	Sprawność wytwarzania	-	2,6
20	Sprawność przesyłania	-	0,96
21	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,93
22	Sprawność akumulacji	-	0,95
23	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	0,85
24	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	0,95

Lp.	Wyszczególnienie	Jm.	Dane
25	Całkowita sprawność systemu (bez przerw w ogrzewaniu)	-	2,205
26	Całkowita sprawność systemu (razem z przerwami)	-	2,731
27	Obliczeniowa moc dla c.o. i wentylacji	kW	40,7
28	Obliczeniowa moc dla c.w.u.	kW	4,7
29	Zapotrzebowanie energii dla c.o. i wentylacji netto	GJ/a	231,18
		kWh/a	64 215,82
30	Zapotrzebowanie energii dla c.o. i wentylacji brutto	GJ/a	84,65
		kWh/a	23 514,37
30	Zapotrzebowanie energii dla c.w.u. netto	GJ/a	11,68
		kWh/a	3 244,15
31	Zapotrzebowanie energii dla c.w.u. brutto	GJ/a	6,61
		kWh/a	1 834,93
32	Rzeczywiste zużycie dla c.o. i c.w.u.	GJ/a	0,00
		kWh/a	0,00
33	Wskaźnik zap. energii netto dla c.o. (do powierzchni)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	39,73
		GJ/(m <sup>2</sup> a)	0,143
34	Wskaźnik zap. energii brutto dla c.o. (do kubatury)	kWh/(m <sup>3</sup> a)	1,98
35	Wskaźnik zap. energii brutto dla c.o. (do powierzchni)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	14,55
		GJ/(m <sup>2</sup> a)	0,052
36	Cena za 1 GJ na ogrzewanie	zł/GJ	53,31
37	Oplata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewania na miesiąc	zł/MW/m-c	8 689,93
38	Oplata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej	zł/m <sup>3</sup>	13,60
39	Oplata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie wody użytkowej na miesiąc	zł/MW/m-c	8 689,93
40	Oplata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	zł/m <sup>2</sup>	5,42

## WYZNACZENIE UDZIAŁU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W ROCZNYM ZAPOTRZEBOWANIU NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ W BUDYNKU LUB CZĘŚCI BUDYNKU

Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	Zmiana	
	opis	symbol				ilość	%
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania zapewniane przez odnawialne źródła energii	$Q_{k,H,oze}$	GJ/rok		0,00	0,00	
2.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej zapewniane przez odnawialne źródła energii	$Q_{k,W,oze}$	GJ/rok		0,00	0,00	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia zapewniane przez odnawialne źródła energii	$Q_{k,C,oze}$	GJ/rok			0,00	
4.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniane przez odnawialne źródła energii	$Q_{k,L,oze}$	GJ/rok		87,78	87,78	
5.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniane przez odnawialne źródła energii	$E_{el,pom,oze}$	GJ/rok		0,00	0,00	
6.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych	$Q_k$	GJ/rok	-	179,04	-	
7.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową [ $U_{oze} = (Q_{k,H,oze} + Q_{k,W,oze} + Q_{k,C,oze} + Q_{k,L,oze} + E_{el,pom,oze}) Q_k^{-1} \cdot 100\%$ ]	$U_{oze}$	%	-	49,03		

**Uwagi.**

$U_{OZE}$  [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego, systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego

## WYZNACZENIE EFEKTU ENERGETYCZNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA

Lp.	Wyszczególnienie		Jedn.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	Zmiana		
	opis	symbol				ilość	%	
<b>1.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania</b>		<b>Q<sub>p,H</sub></b>	<b>GJ/rok</b>	<b>621,60</b>	<b>253,95</b>	<b>367,65</b>	<b>59,15</b>
1.1	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania		Q <sub>k,H</sub>	GJ/rok	478,15	84,65	393,50	21,51
1.2	Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów ogrzewania		w <sub>i,H</sub>	-	1,3	3,0	-	-
<b>2.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>		<b>Q<sub>p,W</sub></b>	<b>GJ/rok</b>	<b>23,02</b>	<b>19,83</b>	<b>3,19</b>	<b>13,87</b>
2.1	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Q <sub>k,W</sub>	GJ/rok	17,71	6,61	11,10	62,68
2.2	Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów przygotowania ciepłej wody użytkowej		w <sub>i,W</sub>	-	1,3	3,0	-	-
<b>3.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia</b>		<b>Q<sub>p,L</sub></b>	<b>GJ/rok</b>	<b>263,35</b>	<b>263,35</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.1	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia		Q <sub>k,L</sub>	GJ/rok	87,78	87,78	0,00	0,00
3.2	Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów wbudowanej instalacji oświetlenia		w <sub>i,L</sub>	-	3,0	3,0	-	-
<b>4.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych</b>		<b>Q<sub>k</sub></b>	<b>GJ/rok</b>	<b>907,97</b>	<b>537,13</b>	<b>370,84</b>	<b>40,84</b>
<b>5.</b>	<b>Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych</b>		<b>Q<sub>k</sub></b>	<b>GJ/rok</b>	<b>583,64</b>	<b>179,04</b>	<b>404,60</b>	<b>69,32</b>

## UWAGI.

Określono współczynniki nakładu w<sub>i</sub>, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015, poz. 376) - Tabela 1. Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w<sub>i</sub>.

## Wstępna ocena wielkości i kosztu montażu instalacji fotowoltaicznej na budynku hali sportowej przy Szkole Podstawowej nr 7 w Pile

## Dane wyjściowe do określenia mocy zainstalowanej układu fotowoltaicznego (PV)

wysokość panela	0,991 [m]
długość panela	1,665 [m]
powierzchnia panela (całkowita)	1,65 [m <sup>2</sup> ]
powierzchnia panela czynna	1,57 [m <sup>2</sup> ]
moc zainstalowana na jeden panel	0,26 [kWp/szt.]
nachylenie paneli	15° [o]
jednostkowy koszt inwestycji (do mocy zainstalowanej)	6000 [zł/kWp]
szacunkowa sprawność systemu	15 [%]
współczynnik korekcyjny dla ilości wyprodukowanej energii	0,9 [-]
uniknięcie zużycia energii elektrycznej	61 920 [kWh/rok]
uśredniony koszt zużycia energii elektrycznej	0,6 [zł/kWh]
ilość zainstalowanych paneli	270 szt
moc zainstalowanych urządzeń	70,20 kWp
szacunkowa ilość wyprodukowanej energii	61920 kWh/rok
szacunkowa ilość wyprodukowanej energii	222,91 GJ/rok
koszt budowy instalacji	437559 zł
oszczędności wynikające z realizacji inwestycji	37152 zł/rok
czas zwrotu nakładów	11,8 lat

## Dane wyjściowe do określenia ilości wyprodukowanej energii

## Nasłonecznienie

styczeń	32,552	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
luty	32,141	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
marzec	63,195	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
kwiecień	109,527	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
maj	152,258	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
czerwiec	144,458	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
lipiec	135,105	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
sierpień	126,307	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
wrzesień	82,420	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
październik	54,472	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
listopad	25,520	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
grudzień	17,406	[kWh/m <sup>2</sup> m-c]
ogółem rok	975,36	[kWh/m <sup>2</sup> rok]

\*Źródło: Typowe lata meteorologiczne

**Uwaga:** kalkulacja powstała w oparciu o założenia koncepcji nr 3