

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O  
WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Zespół Szkół Przyrodniczo - Usługowych i Bursy Szkolnej

ul. Leśna 5

58-560 Jelenia Góra

województwo:      dolnośląskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.  
ul. Mogilska 25  
31-542 Kraków  
[www.espin.pl](http://www.espin.pl)



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1908, 1975-83
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)  tel. / fax.: PESEL*	Miasto Jelenia Góra  Plac Ratuszowy 58 58-500 Jelenia Góra woj.: dolnośląskie 75 75 46 353	1.4 Adres budynku  ul. Leśna 5 58-560 Jelenia Góra powiat: jeleniogórski woj.: dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
E-SPIN s.c. ul. Mogilska 25 31-542 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 341 59 16 REGON 120559958			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Łukasz KRUK  Smardzowice 59B 32-077 Smardzowice woj. małopolskie PESEL 78101506811	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią   Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	wykonanie bilansu ciepła	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce  Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
3.	mgr inż. Magda OKULSKA	sprawdzenie	mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych  Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815
5. Miejscowość i data wykonania opracowania		Kraków, 13.01.2016r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Ocena stanu technicznego budynku	8
6.	Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	9
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	10
8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	25
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	27
10.	Załączniki	31

2. Karta audytu energetycznego budynku					
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice		3+piwnice	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	6937,3		6937,3	
4.	Powierzchnia netto budynku [m²]	2183,9		2183,9	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m²]	0,0		0,0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	2130,6		2130,6	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0		0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	299		299	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralny, kotłownia gazowa		centralny, kotłownia gazowa	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia gazowa		centralny, kotłownia gazowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,56		0,56	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek				
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]					
1.	Ściany zewnętrzne	0,93 1,51	0,94 0,93	0,20 0,22	0,20 0,23
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,15 0,92	1,03	0,23 0,18	0,17
3.	Strop na piwnicą				
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,34 0,33	0,38	0,34 0,33	0,38
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60 1,60		1,10 1,60	
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,50 2,00		1,50 2,00	
7.	Inne				
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu					
1.	Sprawność wytwarzania [ - ]	0,94		0,94	
2.	Sprawność przesyłu [ - ]	0,96		0,96	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [ - ]	0,77		0,88	
4.	Sprawność akumulacji [ - ]	1,00		1,00	
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [ - ]	0,85		0,85	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [ - ]	0,95		0,95	
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania [ - ]	0,94		0,94	
2.	Sprawność przesyłu [ - ]	0,70		0,70	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [ - ]	1,00		1,00	
4.	Sprawność akumulacji [ - ]	0,85		0,85	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna		grawitacyjna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	7846,9		7087,2	
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,13		1,02	

6.	Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	257,671	160,318
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	20,360	20,360
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1149,21	403,67
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1335,53	410,48
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	115,35	115,35
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1433,76 *zużycie łączne c.o.+c.w.u	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	jw.	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	149,829	52,629
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	174,120	53,516
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7.	Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ]	52,19	52,19
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5088,65	5088,65
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	19,16	19,16
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	5088,65	5088,65
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	3,41	1,29
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	148,83
7.	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu [zł]	680 745,80	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	63,76%
Planowane koszty całkowite [zł]	800 877,41	Premia termomodernizacyjna, [zł]	108 446,18
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	54 223,09		

### 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

#### 3.1. Materiały wykorzystane do sporządzenia opracowania

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej,
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo.

#### 3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.6 PRO

#### 3.3. Osoby udzielające informacji:

Dyrekcja obiektu

#### 3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery,
- wzrost efektywności energetycznej.

#### 3.5. Wizja lokalna przeprowadzona w dniu: 07.10.2015r.

#### 3.6. Maksymalny deklarowany udział środków własnych Inwestora wynosi 15%.

#### 3.7. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Norma na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród - EN ISO 6946

Norma na obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

Norma na obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii - PN-EN ISO 13790

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

### 4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek Zespołu Szkół Przyrodniczo-Usługowych jest obiektem składającym się z budynku trzykondygnacyjnego, podpiwniczonego z 1908 roku oraz budynku o dwóch kondygnacjach nadziemnych i sali gimnastycznej z lat 70-tych. Obiekt wykonany w technologii tradycyjnej.

### 4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne wykonane w technologii tradycyjnej, murowanej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej o grubości 67 cm, z cegły wapiennej o grubości 38 cm oraz z pustaków o grubości 30 cm. Ściany sali gimnastycznej i starego budynku obustronnie tynkowane.

Stropodachy nad budynkami szkoły wentylowane o niewystarczającej izolacji termicznej. Stropodach pełny nad salą gimnastyczną wykonany z płyt korytkowych opartych na belkach stalowych. Brak wystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV w dobrym stanie technicznym. Pozostałe okna drewniane w dostatecznym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne główne wejściowe nowe, aluminiowe w dobrym stanie technicznym, pozostałe stare w złym stanie technicznym.

### 4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Obiekt zasilany w ciepło z własnej wbudowanej kotłowni gazowej z automatyką pogodową. Kocioł niskotemperaturowy Viessmann z 2005 rok. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zamontowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych.

### 4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda przygotowywana za pomocą podgrzewacza wody współpracującego z kotłem gazowym. Nowy zasobnik o pojemności 750 l z 2005 roku. Instalacja stalowa w dobrym stanie technicznym.

### 4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
l.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	<b>przegrody zewnętrzne</b>	
	P1 Ściana zewnętrzna 67 U= 0,93 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem (lambda 0,031 W/mK) - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P2 Ściana zewnętrzna 38 U= 1,51 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem (lambda 0,031 W/mK) - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P3 Ściana zewnętrzna sali gim. U= 0,94 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem (lambda 0,031 W/mK) - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P4 Ściana zewnętrzna piwnic U= 0,93 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m2K)
	P5 Stropodach wentylowany 1 U= 1,15 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. U=0,18 W/(m2K)
	P6 Stropodach wentylowany 2 U= 0,92 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. U=0,18 W/(m2K)
	P7 Dach sali gim. U= 1,03 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu pełnego styropapą. U=0,18 W/(m2K)
2.	<b>okna i drzwi</b>	
	Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV w dobrym stanie technicznym. Pozostałe okna drewniane w dostatecznym stanie technicznym.	Wymiana starych okien na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
	Drzwi zewnętrzne główne wejściowe nowe, aluminiowe w dobrym stanie technicznym, pozostałe stare w złym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
3.	<b>wentylacja</b>	
	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
4.	<b>instalacja ciepłej wody użytkowej</b>	
	Ciepła woda przygotowywana za pomocą podgrzewacza wody współpracującego z kotłem gazowym. Nowy zasobnik o pojemności 750 l z 2005 roku. Instalacja stalowa w dobrym stanie technicznym.	Bez zmian.
5.	<b>instalacja grzewcza</b>	
	Obiekt zasilany w ciepło z własnej wbudowanej kotłowni gazowej z automatyką pogodową. Kocioł niskotemperaturowy Viessmann z 2005 rok . Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zamontowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych.	Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, równoważących i automatycznych odpowietrzników na pionach.



6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
I.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	przegrody zewnętrzne
		Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ( $\lambda$ 0,031 W/mK) - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,23$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. $U=0,23$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. $U=0,18$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie stropodachu pełnego styropapą. $U=0,18$ W/(m <sup>2</sup> K)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	wentylacja
		Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
4.	Obiekt zasilany w ciepło z własnej wbudowanej kotłowni gazowej z automatyką pogodową. Kocioł niskotemperaturowy Viessmann z 2005 rok . Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zamontowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych.	instalacja grzewcza
		Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, równoważących i automatycznych odpowietrzników na pionach.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

### 7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	$t_{wo}$	18,96	18,96
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	$t_{zo}$	-20,00	-20,00
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	$O_{0z}, O_{1z}$	52,19	52,19
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	$O_{0m}, O_{1m}$	5088,65	5088,65
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	$Ab_0, Ab_1$	148,83	148,83
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	$x_0, x_1$	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	$y_0, y_1$	1	1

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ 67		
			Ściana zewnętrzna 67		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,93	Materiał izolacyjny		styropian lambda 0,031
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,08	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)] 0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	500,35	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q <sub>0u</sub> [GJ/rok] 139,921
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	570,40	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q <sub>0u</sub> [MW] 0,018110
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,66	2,58	0,27	0,005330	41,185	108376,00	5933,42	18,27
	10	4,30	3,23	0,23	0,004531	35,009	114080,00	6304,56	18,09
	12	4,95	3,87	0,20	0,003940	30,443	119784,00	6578,90	18,21
	14	5,59	4,52	0,18	0,003486	26,931	125488,00	6789,94	18,48
	15	5,92	4,84	0,17	0,003296	25,463	128340,00	6878,20	18,66

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,95	3,87	0,20	0,003940	30,443	119784,00	6578,90	18,21

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ 38		
			Ściana zewnętrzna 38		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,51	Materiał izolacyjny		styropian lambda 0,032
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,66	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)] 0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	467,30	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q <sub>0u</sub> [GJ/rok] 212,125
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	533,66	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q <sub>0u</sub> [MW] 0,027455
Liczba stopniocdni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,24	2,58	0,31	0,005613	43,365	101395,40	10141,33	10,00
	10	3,89	3,23	0,26	0,004681	36,171	106732,00	10573,65	10,09
	12	4,53	3,87	0,22	0,004015	31,024	112068,60	10882,94	10,30
	14	5,18	4,52	0,19	0,003515	27,160	117405,20	11115,17	10,56
	15	5,50	4,84	0,18	0,003309	25,567	120073,50	11210,87	10,71

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,53	3,87	0,22	0,004015	31,024	112068,60	10882,94	10,30

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ 30		
			Ściana zewnętrzna sali gim.		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,94	Materiał izolacyjny	styropian lambda 0,033	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,07	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	290,88	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q <sub>0u</sub> [GJ/rok]	82,132
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	331,08	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q <sub>0u</sub> [MW]	0,010630
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,65	2,58	0,27	0,003108	24,011	62905,20	3492,69	18,01
	10	4,29	3,23	0,23	0,002640	20,401	66216,00	3709,59	17,85
	12	4,94	3,87	0,20	0,002295	17,735	69526,80	3869,79	17,97
	14	5,58	4,52	0,18	0,002030	15,686	72837,60	3992,97	18,24
	15	5,90	4,84	0,17	0,001919	14,829	74493,00	4044,46	18,42

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,94	3,87	0,20	0,002295	17,735	69526,80	3869,79	17,97

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda : SZPIW		
			Ściana zewnętrzna piwnic		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,93	Materiał izolacyjny		styropian ekstrudowany
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,08	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)] 0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	124,4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q <sub>0u</sub> [GJ/rok] 34,785
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	139,6	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q <sub>0u</sub> [MW] 0,004502
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	3,85	2,78	0,26	0,001257	9,715	35598,00	1506,55	23,63
	11	4,13	3,06	0,24	0,001173	9,062	36365,80	1545,80	23,53
	12	4,41	3,33	0,23	0,001099	8,491	37133,60	1580,10	23,50
	13	4,69	3,61	0,21	0,001034	7,988	37901,40	1610,34	23,54
	14	4,97	3,89	0,20	0,000976	7,541	38669,20	1637,19	23,62

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,41	3,33	0,23	0,001099	8,491	37133,60	1580,10	23,50

7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	STRPDW 1	
			Stropodach wentylowany 1		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,15	Materiał izolacyjny	granulat wełny mineralnej	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,87	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,050
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	266,0	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q <sub>0u</sub> [GJ/rok]	92,242
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	240,8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q <sub>0u</sub> [MW]	0,011939
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	22	5,27	4,40	0,19	0,001967	15,199	14352,28	4629,74	3,10
	23	5,47	4,60	0,18	0,001895	14,643	14785,73	4663,15	3,17
	24	5,67	4,80	0,18	0,001828	14,127	15219,19	4694,20	3,24
	25	5,87	5,00	0,17	0,001766	13,645	15652,65	4723,13	3,31
	26	6,07	5,20	0,16	0,001708	13,196	16086,11	4750,16	3,39

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	24	5,67	4,80	0,18	0,001828	14,127	15219,19	4694,20	3,24

7.1.6. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	STRPDW 2	
			Stropodach wentylowany 2		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,92	Materiał izolacyjny		granulat wełny mineralnej
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,08	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)] 0,050
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	578,0	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q <sub>0u</sub> [GJ/rok] 160,581
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	523,2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q <sub>0u</sub> [MW] 0,020783
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	21	5,28	4,20	0,19	0,004262	32,929	30242,69	7671,03	3,94
	22	5,48	4,40	0,18	0,004106	31,728	31184,51	7743,21	4,03
	23	5,68	4,60	0,18	0,003962	30,611	32126,32	7810,30	4,11
	24	5,88	4,80	0,17	0,003827	29,571	33068,14	7872,83	4,20
	25	6,08	5,00	0,16	0,003701	28,599	34009,95	7931,25	4,29

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	23	5,68	4,60	0,18	0,003962	30,611	32126,32	7810,30	4,11



7.1.7. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	DACH SG	
			Dach sali gim.		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,03	Material izolacyjny	styropapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,97	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	272,3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q <sub>0u</sub> [GJ/rok]	84,351
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	288,0	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q <sub>0u</sub> [MW]	0,010917
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3484,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	16	4,97	4,00	0,20	0,002134	16,488	48380,64	4078,12	11,86
	18	5,47	4,50	0,18	0,001939	14,981	50108,52	4168,66	12,02
	20	5,97	5,00	0,17	0,001777	13,727	51836,40	4244,03	12,21
	22	6,47	5,50	0,15	0,001639	12,666	53564,28	4307,76	12,43
	24	6,97	6,00	0,14	0,001522	11,758	55292,16	4362,35	12,67

Wartość N<sub>u</sub> przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	ΔO <sub>rU</sub>	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	20	5,97	5	0,17	0,001777	13,727	51836,40	4244,03	12,21

### 7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	$A_{ok}$ m <sup>2</sup>	148,88	wymiana starych okien, montaż nawiewników powietrza		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	$U_0$ W/(m <sup>2</sup> K)	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ GJ/rok	449,536
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	2463,0	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,057494

Usprawnienie	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	148,88	306,627	0,039006	8587,37	111660,00	13,00
2	0,90	850,00	148,88	297,664	0,037846	9126,00	126548,00	13,87

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	148,88	306,627	0,039006	8587,37	111660,00	13,00

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	3201,9	2463,0	2463,0
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c <sub>r</sub>	1,1	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	c <sub>m</sub>	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c <sub>w</sub>	1,2	1,2	1,2

### 7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZS				
Powierzchnia całkowita drzwi	$A_{ok}$ m <sup>2</sup>	4,20	wymiana starych drzwi		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	$U_0$ W/(m <sup>2</sup> *K)	3,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ GJ/rok	13,820
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	69,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,001769

Usprawnienie	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rok+}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1400,00	4,20	10,437	0,001166	213,38	5880,00	27,56
2	1,30	1600,00	4,20	10,184	0,001133	228,58	6720,00	29,40

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rok+}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1400,00	4,20	10,437	0,001166	213,38	5880,00	27,56

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	90,3	69,5	69,5
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c <sub>r</sub>	1,1	1,00	1,00
współczynnik korekcyjny	c <sub>m</sub>	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c <sub>w</sub>	1,2	1,2	1,2

### 7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody, $c_w$	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody, $\rho_w$	kg/dm <sup>3</sup>	1	1
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., $k_R$	-	0,55	0,55
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, $A_f$	m <sup>2</sup>	2 131	2 131
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *doba	0,80	0,80
ilość osób, $Li$	os	299	299
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, $\theta_w$	°C	55	55
temperatura wody zimnej, $\theta_0$	°C	10	10
czas użytkowania, $t_R$	doba	365	365
Ilość energii uzyskana z instalacji solarnej w ciągu roku	kWh/rok	0,00	0,00
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,rd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/*3600$	kWh/rok	17 921,4	17 921,4
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,94	0,94
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	0,70	0,70
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,56	0,56
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	kWh/rok	32 042,52	32 042,52
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	115,35	115,35
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\bar{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,17	0,17
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	2,32	2,32
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m <sup>3</sup> wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,19	0,19
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\bar{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$	kW	20,36	20,36
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\bar{s}r}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	8,78	8,78
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	52,19	52,19
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	5 088,65	5 088,65
abonament c.w.u.	zł/mc	0,00	0,00
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	6 556,34	6 556,34

#### 7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
Stropodach wentylowany 1	15 219,19	3,2
Stropodach wentylowany 2	32 126,32	4,1
Ściana zewnętrzna 38	112 068,60	10,3
Dach sali gim.	51 836,40	12,2
Okna zewnętrzne stare	111 660,00	13,0
Ściana zewnętrzna sali gim.	69 526,80	18,0
Ściana zewnętrzna 67	119 784,00	18,2
Ściana zewnętrzna piwnic	37 133,60	23,5
Drzwi zewnętrzne stare	5 880,00	27,6

**7.5. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.**

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,94
sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_e$	0,77
sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	$w_t$	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,95
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	0,69

**7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego**

L.p.	opis wariantu	$\eta_w \eta_p \eta_r \eta_e$	$w_t$	$w_d$	SZE	$\Delta O_{roo}$	$N_{co}$	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,69	0,85	0,95	1149,21	-	-	-
2	Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, równoważących i automatycznych odpowietrzników na pionach.	0,79	0,85	0,95	1 149,21	8 712,63	186000,00	21,3

7.5.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.				
L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	<b>Wytwarzanie ciepła</b>	$\eta_g =$	0,94	→ 0,94
	bez zmian			
2	<b>Przesyłanie ciepła</b>	$\eta_d =$	0,96	→ 0,96
	bez zmian			
3	<b>Regulacja i wykorzystanie ciepła</b>	$\eta_e =$	0,77	→ 0,88
	kompleksowa wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, odcinających, równoważących i automatycznych odpowietrzników na pionach			
4	<b>Akumulacja ciepła</b>	$\eta_s =$	1,00	→ 1,00
	bez zmian			
5	<b>Przerwy w czasie tygodnia</b>	$w_t =$	0,85	→ 0,85
	bez zmian			
6	<b>Przerwy w czasie doby</b>	$w_d =$	0,95	→ 0,95
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{calc}$	0,69	→ 0,79

**7.5.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych**

		Zapotrzebowanie	
		Zapotrzebowanie mocy, MW	Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a
STAN ISTNIEJĄCY		0,2577	1149,21
Wariant			
w9	Stropodach wentylowany 1	0,2473	1067,57
w8	Stropodach wentylowany 2	0,2300	934,39
w7	Ściana zewnętrzna 38	0,2061	747,55
w6	Dach sali gim.	0,1964	694,45
w5	Okna zewnętrzne stare	0,1874	564,71
w4	Ściana zewnętrzna sali gim.	0,1783	516,53
w3	Ściana zewnętrzna 67	0,1638	422,94
w2	Ściana zewnętrzna piwnic	0,1606	407,17
w1	Drzwi zewnętrzne stare	0,1603	403,67



## 8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

### 8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

	WARIANT 1	WARIANT 2	WARIANT 3	WARIANT 4	WARIANT 5	WARIANT 6	WARIANT 7	WARIANT 8	WARIANT 9	WARIANT 10
Stropodach wentylowany 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Stropodach wentylowany 2	+	+	+	+	+	+	+	+		
Ściana zewnętrzna 38	+	+	+	+	+	+	+			
Dach sali gim.	+	+	+	+	+	+				
Okna zewnętrzne stare	+	+	+	+	+					
Ściana zewnętrzna sali gim.	+	+	+	+						
Ściana zewnętrzna 67	+	+	+							
Ściana zewnętrzna piwnic	+	+								
Drzwi zewnętrzne stare	+									
System grzewczy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]	Optymalna kwota kredytu, [zł]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu, [zł]	16% kosztów całkowitych, [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii, [zł]
1	WARIANT 1	800 877,41	54 223,09	63,76%	680 745,80	136 149,16	128 140,39	108 446,18
2	WARIANT 2	794 997,41	54 017,87	63,51%	675 747,80	135 149,56	127 199,59	108 035,74
3	WARIANT 3	757 863,81	52 989,03	62,41%	644 184,24	128 836,85	121 258,21	105 978,06
4	WARIANT 4	638 079,81	47 134,17	55,85%	542 367,84	108 473,57	102 092,77	94 268,34
5	WARIANT 5	568 553,01	44 020,79	52,47%	483 270,06	96 654,01	90 968,48	88 041,58
6	WARIANT 6	456 893,01	36 591,12	43,38%	388 359,06	77 671,81	73 102,88	73 182,24
7	WARIANT 7	405 056,61	33 180,06	39,66%	344 298,12	68 859,62	64 809,06	66 360,12
8	WARIANT 8	292 988,01	21 801,40	26,56%	249 039,81	49 807,96	46 878,08	43 602,80
9	WARIANT 9	260 861,69	13 678,92	17,23%	221 732,44	44 346,49	41 737,87	27 357,84
10	WARIANT 10	245 642,50	8 712,63	11,51%	208 796,13	41 759,23	39 302,80	17 425,26

## 9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:	63,8%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	680 745,80 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	120 131,61 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	108 446,18 zł

### Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o polepszonych właściwościach termicznych o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu  $\lambda=0,031$  W/(mK).
2. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego  $\lambda=0,036$  W/(mK).
3. Docieplić stropodach granulatem wełny mineralnej o grubości 24 cm (stary budynek) i granulatem wełny mineralnej o grubości 23 cm (nowy budynek). Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,050$  W/(mK).
4. Docieplić stropodach pełny styropapą o grubości 20 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy  $\lambda=0,040$  W/(mK).
4. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe PCV z nawiewnikami powietrza. Współczynnik przenikania ciepła  $U=1,1$  W/(m<sup>2</sup>K) dla całego okna.
5. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe. Współczynnik przenikania ciepła drzwi  $U=1,5$  W/(m<sup>2</sup>K).
6. Wymienić starą wewnętrzną instalację centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosować przygrzejnikowe zawory termostatyczne, zawory odcinające, równoważące oraz automatyczne odpowietrzniki na pionach.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Modernizacja systemu grzewczego**

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/pkt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, regulacyjnych zaworów podpionowych oraz automatycznych odpowietrzników na pionach.	93	2 000,00	186 000,00
RAZEM			186 000,00

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Projekt wymiany instalacji centralnego ogrzewania wraz z dokumentacją kosztorysową.	8 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Przegroda 1 SZ 67</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokłą. Grubość izolacji: 12 cm	570,40	210,00	119 784,00
<b>Przegroda 2 SZ 38</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokłą. Grubość izolacji: 12 cm	533,66	210,00	112 068,60
<b>Przegroda 3 SZ 30</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokłą. Grubość izolacji: 12 cm	331,08	210,00	69 526,80
<b>Przegroda 4 SZPIW</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką mokłą. Grubość izolacji: 12 cm	139,60	266,00	37 133,60
<b>Przegroda 5 STRPDW 1</b> Ocieplenie stropodachu poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej lub celulozy. Grubość izolacji: 24 cm	240,81	63,20	15 219,19
<b>Przegroda 6 STRPDW 2</b> Ocieplenie stropodachu poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej lub celulozy. Grubość izolacji: 23 cm	523,23	61,40	32 126,32
<b>Przegroda 7 DACH SG</b> Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 20 cm	287,98	180,00	51 836,40
<b>RAZEM</b>			437 694,91

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-mokłą	290,95	150,00	43 642,50

<b>Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej</b>	<b>WARTOŚĆ, zł (brutto)</b>
Wykonanie projektu termomodernizacji wraz z dokumentacją kosztorysową.	8 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych**

OPIS	POWIERZCHNIA, m <sup>2</sup>	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m <sup>2</sup>	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Okno 1</b> <b>Okna zewnętrzne stare</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza.  Współczynnik U= 1,10 W/(m <sup>2</sup> K)	148,88	750,00	111 660,00
<b>Drzwi 1</b> <b>Drzwi zewnętrzne stare</b>  Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U= 1,50 W/(m <sup>2</sup> K)	4,20	1 400,00	5 880,00
<b>RAZEM</b>			117 540,00

## 10. Załączniki

### 10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m <sup>2</sup> K	POWIERZCHNIA, m <sup>2</sup>
Przegroda 1	SZ 67	Ściana zewnętrzna 67	0,93	570,40
Przegroda 2	SZ 38	Ściana zewnętrzna 38	1,51	533,66
Przegroda 3	SZ 30	Ściana zewnętrzna sali gim.	0,94	331,08
Przegroda 4	SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic	0,93	139,60
Przegroda 5	STRPDW 1	Stropodach wentylowany 1	1,15	240,81
Przegroda 6	STRPDW 2	Stropodach wentylowany 2	0,92	523,23
Przegroda 7	DACH SG	Dach sali gim.	1,03	287,98
Okno 1	OZS	Okna zewnętrzne stare	2,60	148,88
Okno 2	OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,60	266,32
Drzwi 1	DZS	Drzwi zewnętrzne stare	3,50	4,20
Drzwi 2	DZN	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	2,00	9,00

## 10.2. Załącznik nr 2. Obliczenia dotyczące zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.

### Charakterystyka stanu istniejącego.

Źródłem światła w obiekcie są żarówki tradycyjne oraz świetlówki liniowe w starych oprawach.

### Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym.

Stan istniejący - inwentaryzacja			
Rodzaj źródła światła	ilość [szt.]	moc jednostkowa [W]	moc [W]
żarówka	17	75	1275
świetlówka liniowa	396	36	14256
halogen	8	300	2400
<b>RAZEM</b>	421		<b>17931</b>

Powierzchnia użytkowa budynku,  $A_f$  2130,6 m<sup>2</sup>

Jednostkowa moc opraw przed modernizacją  $P_N$  8,42 W/m<sup>2</sup>

### Możliwości i sposób poprawy.

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i świetlówki zostaną zastąpione światłami typu LED. Tradycyjne oprawy świetlówkowe zostaną zastąpione oprawami rastrowymi.

### Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie po modernizacji.

Stan po modernizacji			
Rodzaj źródła światła	ilość [szt.]	moc jednostkowa [W]	moc [W]
żarówka LED	17	12	204
świetlówka LED	396	18	7128
halogeny LED	8	35	280
<b>RAZEM</b>	421		<b>7612</b>

Powierzchnia użytkowa budynku,  $A_f$  2130,6 m<sup>2</sup>

Jednostkowa moc opraw po modernizacji  $P_N$  3,57 W/m<sup>2</sup>



**Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym i po modernizacji.**

Stan istniejący			Stan po modernizacji		
rodzaj źródła światła	moc jedn. [W]	moc [W]	rodzaj źródła światła	moc jedn. [W]	moc [W]
żarówka	75	1275	żarówka LED	12	204
światłowa liniowa	36	14256	światłówka LED	18	7128
halogen	300	2400	halogeny LED	35	280
<b>RAZEM</b>		<b>17931</b>	<b>RAZEM</b>		<b>7612</b>

W wyniku zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku zostanie osiągnięty efekt energetyczny. Szacunkowe wyliczenie rocznej oszczędności ilości energii oraz rocznej oszczędności kosztów energii przedstawiono poniżej. Do obliczeń przyjęto obowiązującą stawkę za energię elektryczną według taryfy użytkownika.

Roczne jednostkowe zużycie energii, [kWh/m<sup>2</sup>]

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

symbol		stan istniejący	stan po modernizacji
P <sub>N</sub>	jednostkowa moc opraw, W/m <sup>2</sup>	8,42	3,57
t <sub>D</sub>	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, h/a	1800	1800
t <sub>N</sub>	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, h/a	200	200
t <sub>O</sub>	suma czasów t <sub>D</sub> i t <sub>N</sub> , h/a	2000	2000
t <sub>y</sub>	liczba godzin w roku, h	8760	8760
F <sub>D</sub>	współczynnik uwzględ. wykorzystanie światła dziennego	1	1
F <sub>O</sub>	współczynnik uwzględ. nieobecność użytkowników	1	1
F <sub>C</sub>	współczynnik uwzględ. obniżenie natężenia	1	1
m=1	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne, jeśli nie m=0	0	0
n=1	gdy stosowane jest sterowanie opraw, jeśli nie n=0	0	0
LENI	roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m <sup>2</sup>	16,8	7,1
E <sub>L</sub>	roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh	35862,0	15224,0

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi:

20638,0 kWh/rok

Cena energii wg taryfy

0,48 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii

**9906,24 zł/rok**

Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED

96675,00 zł

Czas zwrotu inwestycji

9,8 lat

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Wymiana oświetlenia na energooszczędne**

OPIS	ILOŚĆ, szt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/szt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
żarówka LED 12W wraz z oprawą	17	95,00	1 615,00
światłówka LED 18W wraz z oprawą	396	235,00	93 060,00
halogen LED 35W	8	250,00	2 000,00
<b>Wymiana oświetlenia</b>			<b>96 675,00</b>

**Podsumowanie.**

Zaproponowana modernizacja oświetlenia polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i światłówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Obliczeniowa roczna oszczędność energii elektrycznej wyniesie: 20638,00 kWh/rok

Pozwoli to obniżyć roczne koszty energii elektrycznej o: 9906,24 zł/rok

Koszt wymiany oświetlenia oszacowano na: 96675,00 zł

### 10.3. Załącznik nr 3 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra - ZSP-U	
Adres:	ul. Leśna 5 - stan przed modernizacją	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2130,6	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6937,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	155953	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	101718	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	257671	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	257671	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	8504,2	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	1149,21	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	319224	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2131	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6937,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	539,4	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	149,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	165,7	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	46,0	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)






















Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{iw}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,5	200,99	0,00	39,18	157,97	0,923	22,63	142,67	245,51	4375,7	2910,7
Luty	-2,4	189,46	0,00	38,11	164,98	0,927	30,49	128,86	244,84	4397,4	2910,7
Marzec	4,6	141,53	0,00	39,18	110,41	0,819	54,95	142,67	129,36	4709,1	2910,7
Kwiecień	6,3	120,92	0,00	29,96	97,16	0,747	77,87	138,06	86,68	4609,6	2910,7
Maj	11,6	73,29	0,00	19,72	55,84	0,512	103,72	142,67	22,71	4815,4	2910,7
Czerwiec	15,0	38,85	0,00	8,21	29,33	0,300	103,83	138,06	3,76	5335,7	2910,7
Lipiec	16,5	26,60	0,00	0,70	18,84	0,182	107,88	142,67	0,46	1911,3	2010,2
Sierpień	15,3	37,22	0,00	-2,75	26,99	0,256	93,33	142,67	0,98	3287,4	2910,7
Wrzesień	12,0	67,15	0,00	0,26	52,72	0,522	62,01	138,06	15,72	3686,2	2910,7
Październik	7,7	111,31	0,00	8,49	86,24	0,739	47,56	142,67	65,51	3949,1	2910,7
Listopad	4,5	137,90	0,00	19,09	111,19	0,850	27,91	138,06	127,05	4176,6	2910,7
Grudzień	0,5	181,49	0,00	30,96	142,38	0,909	20,45	142,67	206,63	4287,8	2910,7
W sezonie	7,6	1326,73	0,00	231,11	1054,06	0,601	752,63	1679,77	1149,21	4338,4	2915,2

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DACH SG	dach sali gim.	1,029	272,32
 DZN	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	2,000	9,00
 DZS	Drzwi zewnętrzne stare	3,500	4,20
 OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,600	266,32
 OZS	Okna zewnętrzne stare	2,600	148,88
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.	0,336	272,32
 PG SZ	podłoga na gruncie w szkoła	0,325	577,96
 PGPIW	Podłoga na gruncie	0,376	266,00
 SG	Ściana w gruncie	0,636	50,48
 STRPDW 1	stropodach wentylowany 1	1,152	266,00
 STRPDW 2	stropodach wentylowany 2	0,923	577,96
 SZ 30	ściana zewnętrzna sali gim.	0,938	290,88
 SZ 38	ściana zewnętrzna 38	1,508	467,30
 SZ 67	ściana zewnętrzna 67	0,929	500,35
 SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic	0,929	124,39

Wyniki - Przegrody

















Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 DACH SG	dach sali gim.					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE4	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,714
 ŻELBET	0,0800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,047
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,972
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,029
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 30						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 6,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m						
 BUK	0,0220	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,100
 PŁYT-PIL-T	0,0190	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,106
 WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,194
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,979
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,336
 PG SZ	podłoga na gruncie w szkoła					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 30						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 6,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m						
 PCW	0,0050	PCW.	0,200	1300	1,260	0,025
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
 BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,029
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150

Wyniki - Przegrody







Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						3,078
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,325
PGPIW	Podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,50 m						
BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,660
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,376
SG	Ściana w gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,10 m						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,666
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,573
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,636
STRPDW 1	stropodach wentylowany 1					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
PŁ-WIÓ-CE6	0,0600	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,400
STR-DZ3-20	0,2000	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1250	0,840	0,230
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100



Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,868
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,152
 STRPDW 2	stropodach wentylowany 2					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 ŻELBET	0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
 WEŁNAF-STR	0,0400	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	0,769
 ŻELBET	0,1800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,106
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,083
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,923
 SZ 30	ściana zewnętrzna sali gim.					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 GAZOBET-1	0,3000	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,860
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,066
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,938
 SZ 38	ściana zewnętrzna 38					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-SILD	0,3800	Mur z cegły silikatowej drażonej.	0,800	1600	0,880	0,475
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,663
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,508
 SZ 67	ściana zewnętrzna 67					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,077
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,929
 SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,077
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,929






















Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Jelenia Góra - ZSP-U	
Adres:	ul. Leśna 5 - stan po modernizacji	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2130,6	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6937,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	58599	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	101718	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	160318	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	160318	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Jelenia Góra	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	7744,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	403,67	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	112130	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2131	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	6937,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	189,5	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	52,6	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	58,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	16,2	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790




















Miesiąc	$T_{em,m}$	$Q_D$	$Q_{iw}$	$Q_g$	$Q_{ve}$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{sol}$	$Q_{int}$	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,5	67,25	0,00	37,57	143,06	0,889	22,14	142,67	101,42	1922,4	2651,8
Luty	-2,4	63,39	0,00	36,66	149,45	0,899	29,70	128,86	106,89	1945,4	2651,8
Marzec	4,6	47,38	0,00	37,57	99,73	0,731	53,15	142,67	41,52	2243,0	2651,8
Kwiecień	6,3	40,50	0,00	28,40	87,66	0,631	75,12	138,06	22,04	2137,6	2651,8
Maj	11,6	24,59	0,00	18,12	50,01	0,370	99,84	142,67	3,05	2304,2	2651,8
Czerwiec	15,0	13,09	0,00	6,66	25,87	0,190	99,90	138,06	0,34	2673,2	2651,8
Lipiec	16,5	8,98	0,00	-0,93	16,42	0,099	103,79	142,67	0,01	217,42	1751,3
Sierpień	15,3	12,55	0,00	-4,35	23,73	0,136	89,94	142,67	0,22	555,53	2651,8
Wrzesień	12,0	22,54	0,00	-1,30	47,17	0,341	59,85	138,06	0,91	1168,9	2651,8
Październik	7,7	37,29	0,00	6,88	77,71	0,588	46,12	142,67	10,97	1470,8	2651,8
Listopad	4,5	46,17	0,00	17,53	100,44	0,765	27,19	138,06	37,66	1710,8	2651,8
Grudzień	0,5	60,73	0,00	29,35	128,85	0,862	20,04	142,67	78,63	1831,3	2651,8
W sezonie	7,6	444,46	0,00	212,17	950,11	0,500	726,76	1679,77	403,67	1857,9	2656,3

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DACH SG	dach sali gim.	0,167	272,32
 DZN	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	2,000	9,00
 DZS	Drzwi zewnętrzne stare	1,500	4,20
 OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,600	266,32
 OZS	Okna zewnętrzne stare	1,100	148,88
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.	0,336	272,32
 PG SZ	podłoga na gruncie w szkoła	0,325	577,96
 PGPIW	Podłoga na gruncie	0,376	266,00
 SG	Ściana w gruncie	0,636	50,48
 STRPDW 1	stropodach wentylowany 1	0,176	266,00
 STRPDW 2	stropodach wentylowany 2	0,176	577,96
 SZ 30	ściana zewnętrzna sali gim.	0,203	290,88
 SZ 38	ściana zewnętrzna 38	0,221	467,30
 SZ 67	ściana zewnętrzna 67	0,202	500,35
 SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic	0,227	124,39



















Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 DACH SG	dach sali gim.					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 STYROPIANS	0,2000	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	5,000
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE4	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,714
 ŻELBET	0,0800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,047
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,972
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,167
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 30						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 6,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m						
 BUK	0,0220	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,100
 PŁYT-PIL-T	0,0190	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,106
 WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,194
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,979
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,336
 PG SZ	podłoga na gruncie w szkoła					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ 30						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 6,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m						
 PCW	0,0050	PCW.	0,200	1300	1,260	0,025
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
 BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,029
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017

# Wyniki - Przegrody











Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						3,078
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,325
 PGPIW	Podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 4,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,50 m						
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 BETON-1900	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,080
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						2,660
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,376
 SG	Ściana w gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,10 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,666
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,573
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,636
 STRPDW 1	stropodach wentylowany 1					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 SOSNA	0,0200	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,125
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
 IWELAN-GR	0,2400	Wełna mineralna granulowana.	0,050	180		4,800
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0600	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,400
 STR-DZ3-20	0,2000	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1250	0,840	0,230

# Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,668
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,176
 STRPDW 2	stropodach wentylowany 2					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 ŻELBET	0,0600	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,035
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
 !WEŁAN-GR	0,2300	Wełna mineralna granulowana.	0,050	180		4,600
 WEŁNAF-STR	0,0400	Filce i maty z wełny mineralnej w stropi	0,052	70	0,750	0,769
 ŻELBET	0,1800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,106
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,683
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,176
 SZ 30	ściana zewnętrzna sali gim.					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 GAZOBET-1	0,3000	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,860
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYR_0,031	0,1200	Styropian o polepszonych właściwościach	0,031	30	1,520	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,937
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,203
 SZ 38	ściana zewnętrzna 38					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-SILD	0,3800	Mur z cegły silikatowej drażonej.	0,800	1600	0,880	0,475
 STYR_0,031	0,1200	Styropian o polepszonych właściwościach	0,031	30	1,520	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,534



Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,221
 SZ 67	ściana zewnętrzna 67					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYR_0,031	0,1200	Styropian o polepszonych właściwościach	0,031	30	1,520	3,871
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,948
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,202
 SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,6700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,870
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYRO0,036	0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	22	1,400	3,333
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,410
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,227