

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Integracyjnymi im. Mieszka I

ul. Niedziałkowskiego 2

72-600 Świnoujście

województwo: zachodniopomorskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.

ul. Mogilska 25

31-542 Kraków



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.		Dane identyfikacyjne budynku	
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1923, 2006
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL*	Gmina-Miasto Świnoujście ul. Wojska Polskiego 1/5 72-600 Świnoujście woj.: zachodniopomorskie (91) 327-86-10	1.4 Adres budynku ul. Niedziałkowskiego 2 72-600 Świnoujście powiat: Świnoujście woj.: zachodniopomorskie	
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. Magda SZNAJDER ul.W.Warneńczyka 13/36 39-300 Mielec woj. Podkarpackie PESEL 88041012426	mgr inż. Inżynierii Środowiska  Członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych nr 1815	
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. Łukasz KRUK	sprawdzenie	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych nr 1185
5.		Miejscowość i data wykonania opracowania	
		Kraków, 11.08.2015r.	

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.	Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji	28
11.	Załączniki	32

2. Karta audytu energetycznego budynku				
<b>1.</b>	<b>Dane ogólne</b>			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice		
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m <sup>3</sup> ]	23187		
4.	Powierzchnia budynku netto, [m <sup>2</sup> ]	6304,5		
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m <sup>2</sup> ]	0,0		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m <sup>2</sup> ]	6225,4		
7.	Liczba mieszkańców	0		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	398		
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny, zdalaczynny (PEC)		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny, zdalaczynny (PEC)		
11.	Współczynnik kształtu A/V, [1/m]	0,23		
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
<b>2.</b>	<b>Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>Stan przed termomodernizacją</b>		<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne/ ściana w gruncie	1,05	0,99	0,22
		1,15	0,74	0,23
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	0,81		0,17
		1,14		0,18
3.	Strop piwnicy/ podłoga na gruncie	0,74		0,74
		0,41		0,41
4.	Okna	3,00		1,10
		1,60		1,60
5.	Drzwi	3,50		1,50
		2,00		2,00
<b>3.</b>	<b>Sprawności składowe systemu ogrzewania</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95		0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,96		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,78		0,87
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
<b>4.</b>	<b>Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m <sup>3</sup> /h]	29068,5		23186,5
4.	Liczba wymian, [1/h]	1,25		1,00
<b>5.</b>	<b>Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	485,201		314,217
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	25,381		25,381
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	2282,11		669,26

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	2590,54	681,12
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok]	333,50	333,50
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła), [GJ/rok]	2628,90	
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	101,828	29,862
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	115,590	30,392
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m3rok)]	31,035	8,160
<b>6.</b>	<b>Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		
1.	Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł]	41,21	41,21
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł]	12934,70	12934,70
3.	Oplata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej, [zł]	17,69	17,69
4.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł]	12934,70	12934,70
5.	Oplata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej, [zł/m-c]	2,44	1,03
6.	Oplata abonamentowa, [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c]	0,00	0,00
<b>7.</b>	<b>Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>		
Planowana kwota kredytu, [zł]	1 529 721,20	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	65,3%
Planowane koszty całkowite, [zł]	1 799 672,00	Premia termomodernizacyjna, [zł]	210 453,16
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	105 226,58		

\* Audyt wykonany został zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W przypadku skorzystania z innych (niż fundusz termomodernizacji) środków, wartości planowanej kwoty kredytu oraz premii termomodernizacyjnej nie będą brane pod uwagę.

### 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:

Pani Grażyna Pijanka

#### 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: 23.07.2015r.

#### 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 17 marca 2009r. W sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

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

Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Integracyjnymi zlokalizowane przy ul. Niedziałkowskiego 2 w Świnoujściu to kompleks obiektów składający się z budynku głównego, sali gimnastycznej i łącznika. Obiekt zrealizowany w technologii tradycyjnej, wybudowany w roku 1923. Obiekt rozbudowany w 2006 roku. Budynek główny posiada 3 kondygnacje nadziemne i jest całkowicie podpiwniczony. Pozostałe budynki są jedno i dwukondygnacyjne.

### 4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej o grubości 38-77 cm. Ściany zewnętrzne dobudowanego segmentu wykonane z pustaków Porotherm o grubości 38 cm. Ściany zewnętrzne obustronnie tynkowane. Ściany wewnętrzne poddasza, oddzielające część użytkową od nieogrzewanego strychu, murowane z cegły o grubości 38 cm.

Budynek kryty dachem dwuspadowym na konstrukcji drewnianej. Strop pod dachem nad budynkiem szkoły oraz salą i łącznikiem drewniany bez wystarczającej izolacji termicznej. Nad budynkiem parterowym stropodach pełny, żelbetowy, kryty papą. Brak wystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne PCV z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne w budynku nowe, drewniane w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane i stalowe pełne, w złym stanie technicznym.

### 4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek zasilany w ciepło z sieci miejskiej. Opomiarowany węzeł cieplny (PEC) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, żeberkowymi o dużej bezwładności cieplnej. Zainstalowane przygrzejnikowe zawory termostatyczne. Stan techniczny systemu grzewczego określono jako zły, wymagający modernizacji.

### 4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w węźle cieplnym (PEC). Zasobnik ciepłej wody o pojemności 100l. Instalacja mieszana, 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		
I.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
	<b>przegrody zewnętrzne</b>	
1.	P1      ściana zewnętrzna 42 U=    1,05    W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P2      ściana zewnętrzna 51 U=    1,15    W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P3      ściana zewnętrzna piwnic U=    0,99    W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m2K)
	P4      ściana w gruncie U=    0,74    W/(m2K)	Docieplenie ścian w gruncie styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m2K)
	P5      ściana wewnętrzna U=    1,10    W/(m2K)	Docieplenie ścian wewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P6      strop pod dachem U=    0,81    W/(m2K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,18 W/(m2K)
	P7      stropodach pełny U=    1,14    W/(m2K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,18 W/(m2K)
	<b>okna i drzwi</b>	
2.	Okna zewnętrzne PCV z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne WT2017.
	Drzwi zewnętrzne w budynku nowe, drewniane w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane i stalowe pełne, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
	<b>wentylacja</b>	
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych, spełniających warunki techniczne WT2017.
	<b>instalacja ciepłej wody użytkowej</b>	
4.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w węźle ciepłym (PEC). Zasobnik ciepłej wody o pojemności 100l. Instalacja mieszana, w dobrym stanie technicznym.	Bez zmian.
	<b>instalacja grzewcza</b>	
5.	Budynek zasilany w ciepło z sieci miejskiej. Opomiarowany węzeł ciepły (PEC) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, żeberkowymi o dużej bezwładności cieplnej. Zainstalowane przygrzejnikowe zawory termostatyczne. Stan techniczny systemu grzewczego określono jako zły, wymagający modernizacji.	Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających oraz 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 - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian w gruncie styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian wewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych, spełniających warunki techniczne WT2017.
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	wentylacja
		Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych, spełniających warunki techniczne WT2017.
4.	Budynek zasilany w ciepło z sieci miejskiej. Opomiarowany węzeł cieplny (PEC) z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, żeberkowymi o dużej bezwładności cieplnej. Zainstalowane przygrzejnikowe zawory termostacyjne. Stan techniczny systemu grzewczego określono jako zły, wymagający modernizacji.	instalacja grzewcza
		Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostacyjnych, zaworów odcinających oraz 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]	$t_{wo}$	18,63	18,63
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	$t_{zo}$	-16,00	-16,00
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	$O_{0z}, O_{1z}$	41,21	41,21
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	$O_{0m}, O_{1m}$	12934,70	12934,70
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	$Ab_0, Ab_1$	0,00	0,00
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

<b>7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku</b>			<b>Przegroda (symbol):</b>	SZ42	
			ściana zewnętrzna 42		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> *K)]	1,05	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,96	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	1218,92	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok]	350,297
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	1389,57	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW]	0,044111
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0			

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
	12	3,96	3,00	0,25	0,010668	84,715	258460,02	16135,54	16,02
	13	4,21	3,25	0,24	0,010034	79,681	262628,73	16441,40	15,97
	14	4,46	3,50	0,22	0,009471	75,211	266797,44	16712,94	15,96
	15	4,71	3,75	0,21	0,008968	71,217	270966,15	16955,64	15,98
	16	4,96	4,00	0,20	0,008516	67,625	275134,86	17173,86	16,02

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
14	4,46	3,50	0,22	0,009471	75,211	266797,44	16712,94	15,96

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ51	
			ściana zewnętrzna 51	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,15	Materiał izolacyjny	styropian
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,87	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	1260,30	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 398,928
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	1436,74	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,050234
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0		

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	3,37	2,50	0,30	0,012955	102,883	258613,20	17986,34	14,38
	12	3,87	3,00	0,26	0,011281	89,586	267233,64	18794,17	14,22
	14	4,37	3,50	0,23	0,009990	79,333	275854,08	19417,09	14,21
	16	4,87	4,00	0,21	0,008964	71,186	284474,52	19912,07	14,29
	18	5,37	4,50	0,19	0,008129	64,557	293094,96	20314,86	14,43

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
14	4,37	3,50	0,23	0,009990	79,333	275854,08	19417,09	14,21

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZPIW	
			ściana zewnętrzna piwnic	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> *K)]	0,99	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,01	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	334,13	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 90,786
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	374,23	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,011432
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0		

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	3,23	2,22	0,31	0,003577	28,410	88318,28	3789,66	23,31
	10	3,79	2,78	0,26	0,003053	24,245	91686,35	4042,68	22,68
	12	4,35	3,33	0,23	0,002663	21,146	95054,42	4231,00	22,47
	14	4,90	3,89	0,20	0,002361	18,749	98422,49	4376,63	22,49
	16	5,46	4,44	0,18	0,002121	16,840	101790,56	4492,61	22,66

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	4,35	3,33	0,23	0,002663	21,146	95054,42	4231,00	22,47

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda : SG	
			ściana w gruncie	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,74	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,35	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	158,5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 32,252
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	166,4	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,004061
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0		

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	3,57	2,22	0,28	0,001536	12,196	45260,80	1218,49	37,15
	10	4,13	2,78	0,24	0,001329	10,555	47424,00	1318,18	35,98
	12	4,68	3,33	0,21	0,001172	9,303	49587,20	1394,23	35,57
	14	5,24	3,89	0,19	0,001047	8,317	51750,40	1454,15	35,59
	16	5,80	4,44	0,17	0,000947	7,520	53913,60	1502,59	35,88

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	4,68	3,33	0,21	0,001172	9,303	49587,20	1394,23	35,57

7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SW		
			ściana wewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,10	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,91	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	57,5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok]	17,394
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	55,8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW]	0,002190
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0			

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
	11	3,66	2,75	0,27	0,000544	4,322	4629,74	794,24	5,83
	12	3,91	3,00	0,26	0,000509	4,045	4797,08	811,03	5,91
	13	4,16	3,25	0,24	0,000479	3,802	4964,42	825,80	6,01
	14	4,41	3,50	0,23	0,000452	3,586	5131,76	838,90	6,12
	15	4,66	3,75	0,21	0,000427	3,394	5299,10	850,59	6,23

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
	13	4,16	3,25	0,24	0,000479	3,802	4964,42	825,80	6,01

7.1.6. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRPD		
			strop pod dachem		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,81	Materiał izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,23	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	1999,5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok]	447,049
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	1930,9	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW]	0,056294
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0			

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	5,23	4,00	0,19	0,013239	105,138	154472,80	20772,90	7,44
	17	5,48	4,25	0,18	0,012635	100,342	158334,62	21064,31	7,52
	18	5,73	4,50	0,17	0,012084	95,964	162196,44	21330,29	7,60
	19	5,98	4,75	0,17	0,011579	91,952	166058,26	21574,03	7,70
	20	6,23	5,00	0,16	0,011114	88,262	169920,08	21798,21	7,80

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
	18	5,73	4,50	0,17	0,012084	95,964	162196,44	21330,29	7,60



7.1.7. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRP		
			stropodach pełny		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,14	Materiał izolacyjny	styopapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,88	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	69,4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok]	21,783
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	71,5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW]	0,002743
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień*K/rok]	3183,0			

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
	17	5,13	4,25	0,20	0,000469	3,724	12226,50	1097,17	11,14
	18	5,38	4,50	0,19	0,000447	3,551	12441,00	1107,69	11,23
	19	5,63	4,75	0,18	0,000427	3,393	12655,50	1117,28	11,33
	20	5,88	5,00	0,17	0,000409	3,249	12870,00	1126,05	11,43
	21	6,13	5,25	0,16	0,000392	3,116	13084,50	1134,10	11,54

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
19	5,63	4,75	0,18	0,000427	3,393	12655,50	1117,28	11,33

### 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>	514,55	wymiana starych okien, montaż nawiewników powietrza		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	$U_0$ W/(m <sup>2</sup> *K)	3,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ GJ/rok	2363,694
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	14390,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,290668

Usprawnienie	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\frac{\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}}$	$N_{ok} + N_w$	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	514,55	1529,241	0,189038	50162,58	385912,50	7,69
2	0,90	850,00	514,55	1500,940	0,185474	51882,02	437367,50	8,43

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{ok}$ jednostkowe	$A_{ok}$	$Q_1$	$q_1$	$\frac{\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}}$	$N_{ok} + N_w$	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	514,55	1529,241	0,189038	50162,58	385912,50	7,69

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	20146,7	14390,5	14390,5
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,2	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	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	$A_{dz}$ m <sup>2</sup>	14,99	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	66,213
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ m <sup>3</sup> /h	419,2	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ MW	0,008234

Usprawnienie	$U_1$	$N_{dz}$ jednostkowe	$A_{dz}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{dz} + N_w$	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	1250,00	14,99	53,261	0,005715	924,77	18737,50	20,26
2	1,30	1420,00	14,99	52,436	0,005611	974,86	21285,80	21,83

Wariant wybrany	$U_1$	$N_{dz}$ jednostkowe	$A_{dz}$	$Q_1$	$q_1$	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{dz} + N_w$	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	1250,00	14,99	53,261	0,005715	924,77	18737,50	20,26

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	545,0	419,2	419,2
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,1	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	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>	6 225	6 225
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *doba	0,80	0,80
ilość osób, $L_i$	os	398	398
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
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	52 364,5	52 364,5
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,95	0,95
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, $\eta_{w,tot}$	-	0,57	0,57
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	kWh/rok	92 639,51	92 639,51
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	333,50	333,50
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}r}=(A_f * V_{cw}) / (10 * 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,50	0,50
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32 * L_i^{-0,244}$	-	2,16	2,16
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>	0,18	0,18
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	54,90	54,90
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	25,38	25,38
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	41,21	41,21
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	12 934,70	12 934,70
abonament c.w.u.	zł/mc	0,00	0,00
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	17 683,13	17 683,13

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

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
ściana wewnętrzna	4 964,42	6,0
strop pod dachem	162 196,44	7,6
okna zewnętrzne stare	385 912,50	7,7
stropodach pełny	12 655,50	11,3
ściana zewnętrzna 51	275 854,08	14,2
ściana zewnętrzna 42	266 797,44	16,0
drzwi zewnętrzne stare	18 737,50	20,3
ściana zewnętrzna piwnic	95 054,42	22,5
ściana w gruncie	49 587,20	35,6

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

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,95
sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_e$	0,78
sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	$w_t$	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,95
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	0,71

**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	$\Delta O_{rco}$	$N_{co}$	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,71	0,85	0,95	2282,11	-	-	-
2	Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających oraz automatycznych odpowietrzników na pionach.	0,79	0,85	0,95	2 282,11	11 043,72	442000,00	40,0

**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>	$\eta_g =$	0,95	→	0,95
	bez zmian				
2	<b>Przesyłanie ciepła</b>	$\eta_d =$	0,96	→	0,96
	bez zmian				
3	<b>Regulacja i wykorzystanie ciepła</b>	$\eta_e =$	0,78	→	0,87
	kompleksowa wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, odcinających 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 : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{\text{całk}}$	0,71	→	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	0,4852	2282,11
Wariant		
w9 ściana wewnętrzna	0,4835	2268,26
w8 strop pod dachem	0,4399	1942,38
w7 okna zewnętrzne stare	0,4051	1192,37
w6 stropodach pełny	0,4026	1179,62
w5 ściana zewnętrzna 51	0,3608	903,82
w4 ściana zewnętrzna 42	0,3242	701,59
w3 drzwi zewnętrzne stare	0,3232	687,90
w2 ściana zewnętrzna piwnic	0,3151	671,10
w1 ściana w gruncie	0,3142	669,26





## 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	1 799 672,00	105 226,58	65,30%	1 529 721,20	305 944,24	287 947,52	210 453,16
2	WARIANT 2	1 750 084,80	105 015,00	65,24%	1 487 572,08	297 514,42	280 013,57	210 030,00
3	WARIANT 3	1 655 030,38	103 053,30	64,65%	1 406 775,82	281 355,16	264 804,86	206 106,60
4	WARIANT 4	1 636 292,88	102 318,18	64,18%	1 390 848,95	278 169,79	261 806,86	204 636,36
5	WARIANT 5	1 369 495,44	88 162,82	57,14%	1 164 071,12	232 814,22	219 119,27	176 325,64
6	WARIANT 6	1 093 641,36	70 103,00	47,54%	929 595,16	185 919,03	174 982,62	140 206,00
7	WARIANT 7	1 080 985,86	69 186,43	47,09%	918 837,98	183 767,60	172 957,74	138 372,86
8	WARIANT 8	695 073,36	32 324,01	20,99%	590 812,36	118 162,47	111 211,74	64 648,02
9	WARIANT 9	532 876,92	11 885,36	9,65%	452 945,38	90 589,08	85 260,31	23 770,72
10	WARIANT 10	527 912,50	11 043,72	9,16%	448 725,63	89 745,13	84 466,00	22 087,44

## 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:	65,3%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	1 529 721,20 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	269 950,80 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	210 453,16 zł

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

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 14 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu  $\lambda=0,040$  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 ściany w gruncie styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego  $\lambda=0,036$  W/(mK).
4. Docieplić ściany wewnętrzne poddasza styropianem o grubości 14 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu  $\lambda=0,040$  W/(mK).
5. Docieplić stropodach styropapą o grubości o grubości 19 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy  $\lambda=0,040$  W/(mK).
6. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,040$  W/(mK).
7. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła dla całego okna  $U=1,1$  W/(m<sup>2</sup>K). Zastosować nawiewniki powietrza.
8. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła drzwi  $U=1,5$  W/(m<sup>2</sup>K).
9. Wymienić wewnętrzną instalację centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosować przygrzejnikowe zawory termostatyczne, zawory odcinające oraz automatyczne odpowietrzniki na pionach.

## 10. Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji

1. Ustalenie zakresu inwestycji.
2. Wybór wykonawców projektów branżowych.
3. Opracowanie dokumentacji technicznej i kosztorysowej.
4. Uzyskanie decyzji administracyjnych.
5. Wybór i podpisanie umów z wykonawcami.
6. Realizacja inwestycji i odbiór prac budowlanych.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Modernizacja systemu grzewczego**

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA,	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.	221	2 000,00	442 000,00
RAZEM			442 000,00

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Projekt wymiany instalacji centralnego ogrzewania wraz z dokumentacją kosztorysową.	12 000,00

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 SZ42</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	1 389,57	192,00	266 797,44
<b>Przegroda 2 SZ51</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	1 436,74	192,00	275 854,08
<b>Przegroda 3 SZPIW</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	374,23	254,00	95 054,42
<b>Przegroda 4 SG</b> Ocieplenie ścian w gruncie poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	166,40	298,00	49 587,20
<b>Przegroda 5 SW</b> Ocieplenie ścian wewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 13 cm	55,78	89,00	4 964,42
<b>Przegroda 6 STRPD</b> Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 18 cm	1930,91	84,00	162 196,44
<b>Przegroda 7 STRP</b> Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 19 cm	71,50	177,00	12 655,50
<b>RAZEM</b>			867 109,50

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-moką</b>	412,75	150,00	61 912,50

<b>Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej</b>	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Projekt termomodernizacji wraz z dokumentacją kosztorysową.	12 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	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)	514,55	750,00	385 912,50
<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)	14,99	1 250,00	18 737,50
<b>RAZEM</b>			404 650,00

## 11. Załączniki

### 11.1. 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	SZ42	ściana zewnętrzna 42	1,05	1 389,57
Przegroda 2	SZ51	ściana zewnętrzna 51	1,15	1 436,74
Przegroda 3	SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,99	374,23
Przegroda 4	SG	ściana w gruncie	0,74	166,40
Przegroda 5	SW	ściana wewnętrzna	1,10	55,78
Przegroda 6	STRPD	strop pod dachem	0,81	1 930,91
Przegroda 7	STRP	stropodach pełny	1,14	71,50
Okno 1	OZS	okna zewnętrzne stare	3,00	514,55
Okno 2	OZN	okna zewnętrzne nowe	1,60	279,44
Drzwi 1	DZS	drzwi zewnętrzne stare	3,50	14,99
Drzwi 2	DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,00	20,08



## 11.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu














Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Świnoujście - Liceum Ogólnokształcące	
Adres:	ul. Niedziałkowskiego 2 - stan istniejący	
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:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Świnoujście	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6225,4	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	23186,5	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	266643	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	218558	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	485201	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	485201	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Świnoujście	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	29068,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	2282,11	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	633920	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6225	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	23186,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	366,6	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	101,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	98,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	27,3	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	0,5	269,05	82,69	30,69	490,80	0,895	49,91	383,51	485,20	7880,4	9943,4
Luty	0,9	237,73	73,06	29,49	480,15	0,896	63,61	346,39	453,09	7948,6	9943,4
Marzec	4,6	209,18	64,14	30,69	381,61	0,806	110,39	383,51	287,52	8146,3	9943,4
Kwiecień	6,8	171,34	52,44	24,51	323,02	0,738	143,38	371,13	191,84	8169,1	9943,4
Maj	11,7	105,50	32,02	18,00	192,52	0,507	202,81	383,51	50,65	8704,3	9943,4
Czerwiec	16,0	41,33	12,16	10,33	78,00	0,241	209,29	371,13	2,18	5159,2	7280,4
Lipiec	16,8	34,17	10,05	7,34	62,40	0,192	205,47	383,51	0,98	1731,8	7280,4
Sierpień	17,4	27,76	8,17	6,90	50,70	0,160	198,86	383,51	0,46	3318,4	7280,4
Wrzesień	13,9	71,01	21,35	5,14	133,93	0,411	144,73	371,13	19,47	8086,2	9943,4
Październik	11,0	115,72	35,19	10,68	211,16	0,614	87,49	383,51	83,43	7938,5	9943,4
Listopad	5,2	193,95	59,45	17,42	365,63	0,825	52,59	371,13	286,78	7763,5	9943,4
Grudzień	2,2	244,22	75,00	25,33	445,53	0,878	37,56	383,51	420,51	7826,4	9943,4
W sezonie	9,0	1720,96	525,73	216,54	3215,43	0,564	1506,11	4515,46	2282,11	8123,4	10014




















Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 STRP	stropodach pełny	1,141	69,42
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	3,500	14,99
 DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,000	20,08
 OZS	okna zewnętrzne stare	3,000	514,55
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	279,44
 PG SG	podłoga na gruncie sala gimnastyczna	0,358	704,61
 PGPIW	podłoga na gruncie	0,409	1364,30
 STRPD	strop pod dachem	0,813	1999,49
 SW	ściana wewnętrzna	1,100	57,50
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,988	334,13
 SZ51	ściana zewnętrzna 51	1,151	1260,30
 SZ42	ściana zewnętrzna 42	1,045	1218,92
 SG	ściana w gruncie	0,740	158,48









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
PG SG	podłoga na gruncie sala gimnastyczna					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ42						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 10,00 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	0,0180	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,100
WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,194
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
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]:						2,794
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,358
PGPIW	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 8,80 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,20 m						
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019
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
BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
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]:						2,444
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,409
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 $Z$ : 0,70 m						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,6200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,805
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,511
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,351
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,740

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
 STRP	stropodach pełny					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE4	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,571
 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]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,877
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,141
 STRPD	strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 ŻUŻ-PAL7	0,1400	Żużel paleniskowy - gęstość 700 kg/m <sup>3</sup> .	0,220	700	0,750	0,636
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 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]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,230
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,813
 SW	ściana wewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-DZIU	0,3800	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cement	0,620	1400	0,880	0,613
 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 wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,909
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,100
 SZ42	ściana zewnętrzna 42					
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-KRAT	0,4200	Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento	0,560	1300	0,880	0,750
 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

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
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,957
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,045
 SZ51	ściana zewnętrzna 51					
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	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
 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]:						0,869
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,151
 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	0,6200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,805
 CEGŁA-KLIN	0,0200	Mur z cegły klinkierowej.	1,050	1900	0,880	0,019
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]:						1,013
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,988

Wyniki - Ogólne














Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Świnoujście - Liceum Ogólnokształcące	
Adres:	ul. Niedziałkowskiego 2 - 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:	I	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Świnoujście	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6225,4	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	23186,5	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	95659	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	218558	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	314217	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	314217	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Świnoujście	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	23186,5	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	669,26	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	185907	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	6225	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	23186,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	107,5	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	29,9	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	28,9	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	8,0	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	0,5	96,51	17,76	28,43	386,10	0,837	48,16	383,51	167,42	3009,2	7938,8
Luty	0,9	85,27	15,69	27,37	377,60	0,843	60,75	346,39	162,56	3073,8	7938,8
Marzec	4,6	74,96	13,78	28,43	298,92	0,702	104,39	383,51	73,42	3255,5	7938,8
Kwiecień	6,8	61,36	11,26	22,55	252,14	0,610	134,92	371,13	38,76	3269,9	7938,8
Maj	11,7	37,66	6,88	16,29	147,95	0,356	190,31	383,51	4,65	3738,7	7938,8
Czerwiec	16,0	14,58	2,61	8,98	56,52	0,146	196,09	371,13	0,02	1658,3	5275,7
Lipiec	16,8	12,05	2,16	5,98	45,22	0,114	192,46	383,51	0,01	-1133	5275,7
Sierpień	17,4	9,79	1,75	5,48	36,74	0,094	186,60	383,51	0,00	197,11	5275,7
Wrzesień	13,9	25,26	4,59	4,01	101,18	0,264	136,53	371,13	0,77	3061,5	7938,8
Październik	11,0	41,34	7,56	9,28	162,84	0,454	83,15	383,51	9,34	3017,2	7938,8
Listopad	5,2	69,49	12,77	15,76	286,17	0,731	50,55	371,13	75,84	2887,5	7938,8
Grudzień	2,2	87,57	16,11	23,30	349,95	0,811	36,49	383,51	136,47	2954,8	7938,8
W sezonie	9,0	615,85	112,92	195,86	2501,33	0,464	1420,40	4515,46	669,26	3184,5	8009,5





















Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 STRP	stropodach pełny	0,178	69,42
 DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,000	20,08
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	1,500	14,99
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	279,44
 OZS	okna zewnętrzne stare	1,100	514,55
 PG SG	podłoga na gruncie sala gimnastyczna	0,358	704,61
 PGPIW	podłoga na gruncie	0,409	1364,30
 STRPD	strop pod dachem	0,175	1999,49
 SW	ściana wewnętrzna	0,240	57,50
 SZ42	ściana zewnętrzna 42	0,224	1218,92
 SZ51	ściana zewnętrzna 51	0,229	1260,30
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,230	334,13
 SG	ściana w gruncie	0,194	158,48














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
PG SG	podłoga na gruncie sala gimnastyczna					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ42						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 10,00 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	0,0180	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,100
WAR.POW	0,0300	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,194
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
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]:						2,794
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,358
PGPIW	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 8,80 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m						
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019
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
BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,030
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,250
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]:						2,444
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,409
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: 0,70 m						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
CEGŁA-PEŁN	0,6200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,805
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
STYRO0,036	0,1200	Styropor.	0,036	22	1,400	3,333
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,992
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,165

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)]:						0,194
 STRP	stropodach pełny					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 STYROPIANS	0,1900	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	4,750
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE4	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 450 k	0,140	450	2,090	0,571
 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]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,627
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,178
 STRPD	strop pod dachem					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 WEŁNA0,04	0,1800	Płyty z wełny mineralnej	0,040	130	0,750	4,500
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 ŻUŻ-PAL7	0,1400	Żużel paleniskowy - gęstość 700 kg/m <sup>3</sup> .	0,220	700	0,750	0,636
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
 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]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						5,730
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,175
 SW	ściana wewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-DZIU	0,3800	Mur z cegły dziurawki na zaprawie cement	0,620	1400	0,880	0,613
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYROPIANS	0,1300	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,250
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						4,159
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,240
 SZ42	ściana zewnętrzna 42					
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-KRAT	0,4200	Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento	0,560	1300	0,880	0,750
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,500
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]:						4,457
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,224
 SZ51	ściana zewnętrzna 51					
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	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,662
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,500
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]:						4,369
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,229
 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	0,6200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,805
 CEGŁA-KLIN	0,0200	Mur z cegły klinkierowej.	1,050	1900	0,880	0,019
 STYRO0,036	0,1200	Styropor.	0,036	22	1,400	3,333
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]:						4,346
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,230