

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Zespół Szkół Morskich im. Eugeniusza Kwiatkowskiego

ul. Sołtana 2

72-602 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	1978
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. Sołtana 2 72-602 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. Łukasz KOWALCZYK ul. Blachnickiego 3/1 31-535 Kraków woj. małopolskie PESEL 77071113131	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158	
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. Magda SZNAJDER	wykonanie bilansu ciepła	mgr inż. Inżynierii Środowiska Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815
3.	mgr inż. Łukasz KRUK	sprawdzenie	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185
5. Miejscowość i data wykonania opracowania		Kraków, 13.08.2015r.	

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	26
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	28
10.	Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji	29
11.	Załączniki	33

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1.	Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	prefabrykowana		
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice		
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m ³]	13783		
4.	Powierzchnia budynku netto, [m ²]	3817,9		
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m ²]	0,0		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m ²]	3770,0		
7.	Liczba mieszkańców	0		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	430		
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny, kotłownia gazowa / podgrzewacze elektryczne		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny, kotłownia gazowa		
11.	Współczynnik kształtu A/V, [1/m]	0,29		
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m²K)]	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne/ ściana w gruncie	1,12 1,05	1,51 1,10	0,23 0,22 0,21
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	1,11 0,92		0,18 0,22
3.	Strop piwnicy/ podłoga na gruncie	0,92 0,41		0,22 0,41
4.	Okna	2,60 4,55		1,10 0,52
5.	Drzwi	5,10 2,00		1,50 2,00
3.	Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,94		0,94
2.	Sprawność przesyłania	0,96		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,76		0,87
4.	Sprawność akumulacji	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00		1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95		0,95
4.	Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m ³ /h]	15977,6		15527,1
4.	Liczba wymian, [1/h]	1,16		1,13
5.	Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	387,406		265,897
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	15,370		15,370
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	1706,54		811,35

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	2363,89	981,78
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok]	201,96	201,96
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]	2301,60	
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	125,740	59,781
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	174,174	72,339
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m3rok)]	47,641	19,787
6.	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł]	55,83	55,83
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł]	4884,13	4884,13
3.	Oplata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, [zł]	38,20	38,20
4.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł]	4656,07	4656,07
5.	Oplata za ogrzanie 1m ² pow. użytkowej, [zł/m-c]	3,47	1,60
6.	Oplata abonamentowa, [zł/m-c]	175,89	175,89
7.	Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c]	5,49	5,49
7.	Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu, [zł]	1 231 482,87	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	53,9%
Planowane koszty całkowite, [zł]	1 448 803,37	Premia termomodernizacyjna, [zł]	168 569,84
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	84 284,92		

* 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 Anita Bańkowska

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: 22.07.2015r.

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

Zespół Szkół Morskich, zlokalizowany przy ul. Sołtana 2 w Świnoujściu, to obiekt wolnostojący, zrealizowany w technologii przemysłowej. Składa się z budynku głównego, przewiązki i sali gimnastycznej. Budynek wybudowany w 1978 roku. Posiada 3 kondygnacje nadziemne i jest częściowo podpiwniczony (pod częścią główną). Piwnice są ogrzewane.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne szczytowe z elementów prefabrykowanych o łącznej grubości 38 cm (elementy żelbetowe 24 cm i gazobeton 14 cm). Ściany osłonowe z gazobetonu o grubości 24 cm. Ściany obustronnie tynkowane. Ściany zewnętrzne piwnic betonowe o grubości 30 cm omurowane cegłą pełną o grubości 12 cm.

Stropodach wentylowany oparty na stropie prefabrykowanym kanałowym, żelbetowym. Dach z płyt korytkowych 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. Na klatce schodowej ścianki z luksferów.

Drzwi zewnętrzne w budynku PCV i aluminiowe z szybą zespoloną 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 własnej kotłowni gazowej wyposażonej w dwa kotły Viessmann Vitoplex 100 o mocy 285kW każdy (kotłownia pracuje również na potrzeby internatu). Zainstalowana automatyka pogodowa. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdzielaczem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej określono jako zły, wymagający modernizacji.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej oraz za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych. W kotłowni znajdują się 3 zasobniki ciepłej wody o pojemności 1000l każdy.

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
przegrody zewnętrzne		
1.	P1 ściana zewnętrzna osłonowa U= 1,12 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P2 ściana zewnętrzna szczytowa U= 1,05 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m2K)
	P3 ściana zewnętrzna piwnic U= 1,51 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m2K)
	P4 ściana przy gruncie U= 1,10 W/(m2K)	Docieplenie ścian w gruncie styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m2K)
	P5 stropodach wentylowany U= 0,93 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. U=0,18 W/(m2K)
	P6 dach U= 1,11 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,18 W/(m2K)
	P7 strop nad piwnicą U= 0,92 W/(m2K)	Docieplenie stropu nad piwnicą styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,22 W/(m2K)
okna i drzwi		
2.	Okna zewnętrzne PCV z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym. Na klatce schodowej ścianki z luksferów.	Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne WT2017.
	Drzwi zewnętrzne w budynku PCV i aluminiowe z szybą zespoloną w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane i stalowe pełne, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
wentylacja		
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych, spełniających warunki techniczne WT2017.
instalacja ciepłej wody użytkowej		
4.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej oraz za pomocą pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych. W kotłowni znajdują się 3 zasobniki ciepłej wody o pojemności 1000l każdy.	Bez zmian.
instalacja grzewcza		
5.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej wyposażonej w dwa kotły Viessmann Vitoplex 100 o mocy 285kW każdy (kotłownia pracuje również na potrzeby internatu). Zainstalowana automatyka pogodowa. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej 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. Wprowadzenie opomiarowania budynku poprzez zastosowanie licznika ciepła.

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 stropodachu granulatem wełny mineralnej. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropu nad piwnicą styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
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 własnej kotłowni gazowej wyposażonej w dwa kotły Viessmann Vitoplex 100 o mocy 285kW każdy (kotłownia pracuje również na potrzeby internatu). Zainstalowana automatyka pogodowa. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej określono jako zły, wymagający modernizacji.	instalacja grzewcza
		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. Wprowadzenie opomiarowania budynku poprzez zastosowanie licznika ciepła.

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}	20,00	20,00
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}	55,83	55,83
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	4884,13	4884,13
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab_0, Ab_1	175,89	175,89
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):	SZO	
			ściana zewnętrzna osłonowa		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² *K)]	1,12	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,89	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	1380,72	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok]	468,732
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	1574,02	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW]	0,055571
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	3,89	3,00	0,26	0,012763	107,656	292767,72	22667,86	12,92
	13	4,14	3,25	0,24	0,011993	101,162	297489,78	23075,54	12,89
	14	4,39	3,50	0,23	0,011311	95,406	302211,84	23436,84	12,89
	15	4,64	3,75	0,22	0,010702	90,271	306933,90	23759,24	12,92
	16	4,89	4,00	0,20	0,010156	85,660	311655,96	24048,70	12,96

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
14	4,39	3,50	0,23	0,011311	95,406	302211,84	23436,84	12,89

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZS		
			ściana zewnętrzna szczytowa		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² *K)]	1,05	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,95	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	309,90	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok]	99,184
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	353,29	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW]	0,011759
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	3,45	2,50	0,29	0,003235	27,286	63592,20	4513,64	14,09
	12	3,95	3,00	0,25	0,002825	23,831	65711,94	4730,54	13,89
	14	4,45	3,50	0,22	0,002508	21,152	67831,68	4898,68	13,85
	16	4,95	4,00	0,20	0,002254	19,015	69951,42	5032,85	13,90
	18	5,45	4,50	0,18	0,002048	17,270	72071,16	5142,39	14,02

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,45	3,50	0,22	0,002508	21,152	67831,68	4898,68	13,85

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZPIW	
			ściana zewnętrzna piwnic	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	1,51	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,66	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	306,56	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 140,563
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	343,35	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,016665
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	3,44	2,78	0,29	0,003208	27,060	84120,75	7125,52	11,81
	12	4,00	3,33	0,25	0,002762	23,298	87210,90	7361,72	11,85
	14	4,55	3,89	0,22	0,002425	20,454	90301,05	7540,26	11,98
	16	5,11	4,44	0,20	0,002161	18,229	93391,20	7679,95	12,16
	18	5,66	5,00	0,18	0,001949	16,440	96481,35	7792,23	12,38

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
14	4,55	3,89	0,22	0,002425	20,454	90301,05	7540,26	11,98

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda : SG		
			ściana przy gruncie		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	1,10	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,91	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	481,3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok]	160,185
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	505,4	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW]	0,018991
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	3,69	2,78	0,27	0,004696	39,606	144036,15	7569,76	19,03
	12	4,25	3,33	0,24	0,004081	34,424	150606,22	7895,11	19,08
	14	4,80	3,89	0,21	0,003609	30,441	157176,29	8145,16	19,30
	16	5,36	4,44	0,19	0,003235	27,284	163746,36	8343,35	19,63
	18	5,91	5,00	0,17	0,002931	24,720	170316,43	8504,30	20,03

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,80	3,89	0,21	0,003609	30,441	157176,29	8145,16	19,30

7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRDW	
			stropodach wentylowany	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	0,93	Materiał izolacyjny	granulat wełny mineralnej
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	1,07	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,050
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	977,4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 276,902
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	948,1	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,032829
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	21	5,27	4,20	0,19	0,006674	56,297	54798,45	13849,29	3,96
	22	5,47	4,40	0,18	0,006430	54,239	56504,97	13978,47	4,04
	23	5,67	4,60	0,18	0,006204	52,327	58211,50	14098,54	4,13
	24	5,87	4,80	0,17	0,005992	50,544	59918,02	14210,43	4,22
	25	6,07	5,00	0,16	0,005795	48,880	61624,55	14314,95	4,30

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
23	5,67	4,60	0,18	0,006204	52,327	58211,50	14098,54	4,13

7.1.6. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRD	
			dach	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² *K)]	1,11	Materiał izolacyjny	styropapa
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	0,90	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	409,5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 138,158
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	421,8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,016380
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	3514,5		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	17	5,15	4,25	0,19	0,002863	24,146	72131,22	7157,52	10,08
	18	5,40	4,50	0,19	0,002730	23,028	73396,68	7227,69	10,15
	19	5,65	4,75	0,18	0,002609	22,009	74662,14	7291,66	10,24
	20	5,90	5,00	0,17	0,002499	21,077	75927,60	7350,21	10,33
	21	6,15	5,25	0,16	0,002397	20,220	77193,06	7404,00	10,43

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	19	5,65	4,75	0,18	0,002609	22,009	74662,14	7291,66	10,24

7.1.7. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): STRPIW	
			strop nad piwnicą	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m ² K)]	0,92	Materiał izolacyjny	styropian
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m ² *K)/W]	1,08	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)] 0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m ²]	1386,9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_{0u} [GJ/rok] 389,135
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} [m ²]	1220,5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_{0u} [MW] 0,046135
Liczba stopniodni	Sd [dzień*K/rok]	610,5		

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,08	3,00	0,24	0,012231	17,921	104962,11	22712,00	4,62
	13	4,33	3,25	0,23	0,011525	16,886	108623,57	22811,11	4,76
	14	4,58	3,50	0,22	0,010896	15,965	112285,04	22899,40	4,90
	15	4,83	3,75	0,21	0,010332	15,139	115946,51	22978,55	5,05
	16	5,08	4,00	0,20	0,009824	14,394	119607,98	23049,91	5,19

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,58	3,50	0,22	0,010896	15,965	112285,04	22899,40	4,90

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

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	61,56	wymiana starych okien, montaż nawiewników powietrza		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	192,700
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	968,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,022358

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 ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	61,56	122,632	0,014292	4384,63	46170,00	10,53
2	0,90	850,00	61,56	118,893	0,013849	4619,33	52326,00	11,33

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 ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	61,56	122,632	0,014292	4384,63	46170,00	10,53

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	1355,9	968,5	968,5
współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3))	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 okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	LUX				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	19,91	przymurowanie i wymiana luksferów na nowe okna		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	4,55	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	66,315
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	313,2	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,007092

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{ok}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,52	466,67	19,91	36,156	0,004207	1852,90	9291,33	5,01
2	0,45	500,00	19,91	35,752	0,004159	1878,20	9955,00	5,30

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{ok}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,52	466,67	19,91	36,156	0,004207	1852,90	9291,33	5,01

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	313,2	313,2	313,2
współczynnik przepływu, m ³ /(m ² *h*daPa ^(2/3))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,0	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	c_m	1,0	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

Wariant polega na przymurowaniu części przeszkleń z luksferów. Zakłada się zmniejszenie powierzchni luksferów do 1/3 aktualnej powierzchni. Nowe okna będą miały powierzchnię 6,64 m². Ich wymagany współczynnik przenikania ciepła wynosi $U=1,1$ W/m²K dla całego okna. Pozostała część będzie stanowiła ściana o współczynniku $U=0,23$ W/m²K.

7.2.3. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZS				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{dz} m ²	13,38	wymiana starych drzwi		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	5,10	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	49,430
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	210,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,005806

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 ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1250,00	13,38	32,194	0,003299	1109,24	16725,00	15,08
2	1,30	1420,00	13,38	31,381	0,003203	1160,25	18999,60	16,38

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 ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1250,00	13,38	32,194	0,003299	1109,24	16725,00	15,08

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	273,6	210,5	210,5
współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3))	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, ρ_w	kg/dm ³	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 ²	3 770	3 770
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi}	dm ³ /m ² *doba	0,80	0,80
ilość osób, L_i	os	430	430
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_w	°C	55	55
temperatura wody zimnej, θ_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	31 711,1	31 711,1
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	56 100,97	56 100,97
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	201,96	201,96
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\acute{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$	m ³ /h	0,30	0,30
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	2,12	2,12
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m ³	0,18	0,18
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\acute{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$	kW	32,62	32,62
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	15,37	15,37
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	109,93	109,93
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	4 656,07	4 656,07
abonament c.w.u.	zł/mc	5,49	5,49
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	23 126,50	23 126,50

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
stropodach wentylowany	58 211,50	4,1
strop nad piwnicą	112 285,04	4,9
luksfery	9 291,33	5,0
dach	74 662,14	10,2
okna zewnętrzne stare	46 170,00	10,5
ściana zewnętrzna piwnic	90 301,05	12,0
ściana zewnętrzna osłonowa	302 211,84	12,9
ściana zewnętrzna szczytowa	67 831,68	13,8
drzwi zewnętrzne stare	16 725,00	15,1
ściana przy gruncie	157 176,29	19,3

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

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,94
sprawność przesyłania ciepła	η_d	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,76
sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	w_t	1,00
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	ΔO_{rco}	N_{co}	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,69	1,00	0,95	1706,54	-	-	-
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. Wprowadzenie opomiarowania budynku poprzez zastosowanie licznika ciepła.	0,79	1,00	0,95	1 706,54	16 686,62	432000,00	25,9

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	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g =$	0,94	→	0,94
	bez zmian				
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,96	→	0,96
	bez zmian				
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,76	→	0,87
	kompleksowa wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, odcinających i automatycznych odpowietrzników na pionach				
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,00	→	1,00
	bez zmian				
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	1,00	→	1,00
	bez zmian				
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	0,95	→	0,95
	bez zmian				
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{\text{całk}}$	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	0,3874	1706,54
Wariant		
w10 stropodach wentylowany	0,3608	1498,62
w9 strop nad piwnicą	0,3546	1469,11
w8 luksfery	0,3510	1435,66
w7 dach	0,3369	1356,40
w6 okna zewnętrzne stare	0,3340	1301,18
w5 ściana zewnętrzna piwnic	0,3241	1222,80
w4 ściana zewnętrzna osłonowa	0,2802	927,16
w3 ściana zewnętrzna szczytowa	0,2709	862,77
w2 drzwi zewnętrzne stare	0,2694	848,29
w1 ściana przy gruncie	0,2659	811,35

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	WARIANT 11
stropodach wentylowany	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
strop nad piwnicą	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
luksfery	+	+	+	+	+	+	+	+			
dach	+	+	+	+	+	+	+				
okna zewnętrzne stare	+	+	+	+	+	+					
ściana zewnętrzna piwnic	+	+	+	+	+						
ściana zewnętrzna osłonowa	+	+	+	+							
ściana zewnętrzna szczytowa	+	+	+								
drzwi zewnętrzne stare	+	+									
ściana przy gruncie	+										
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	1 448 803,37	84 284,92	53,87%	1 231 482,87	246 296,57	231 808,54	168 569,84
2	WARIANT 2	1 291 627,08	81 581,99	52,12%	1 097 883,02	219 576,60	206 660,33	163 163,98
3	WARIANT 3	1 274 902,08	80 515,20	51,44%	1 083 666,77	216 733,35	203 984,33	161 030,40
4	WARIANT 4	1 207 070,40	75 622,86	48,40%	1 026 009,84	205 201,97	193 131,26	151 245,72
5	WARIANT 5	904 858,56	53 076,18	34,46%	769 129,78	153 825,96	144 777,37	106 152,36
6	WARIANT 6	814 557,51	47 199,21	30,77%	692 373,88	138 474,78	130 329,20	94 398,42
7	WARIANT 7	768 387,51	43 298,78	28,16%	653 129,38	130 625,88	122 942,00	86 597,56
8	WARIANT 8	693 725,37	37 119,49	24,42%	589 666,57	117 933,31	110 996,06	74 238,98
9	WARIANT 9	684 434,04	34 651,16	22,85%	581 768,94	116 353,79	109 509,45	69 302,32
10	WARIANT 10	572 149,00	32 293,93	21,45%	486 326,65	97 265,33	91 543,84	64 587,86
11	WARIANT 11	513 937,50	16 686,62	11,65%	436 846,88	87 369,38	82 230,00	33 373,24

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:	53,9%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	1 231 482,87 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	217 320,51 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	168 569,84 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 14 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 14 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego $\lambda=0,036$ W/(mK).
4. Docieplić stropodach wentylowany granulatem wełny mineralnej o grubości 23 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła granulatu wełny mineralnej $\lambda=0,050$ W/(mK).
5. Docieplić stropodach pełny styropapą o grubości o grubości 19 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040$ W/(mK).
6. Docieplić strop nad piwnicą (pod salą i przewiązką) styropianem (od spodu) o grubości 14 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040$ W/(mK).
7. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła dla całego okna $U=1,1$ W/(m²K). Zastosować nawiewniki powietrza.
8. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U=1,5$ W/(m²K).
9. Wymienić przeszklenia z luksferów na nowe okna spełniające warunki techniczne WT2017. Przymurować powierzchnię luksferów wg wytycznych z pkt. 7.2.2. Współczynnik przenikania ciepła dla całego okna $U=1,1$ W/(m²K). Zastosować nawiewniki powietrza.
10. 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. Wprowadzić indywidualne opomiarowanie budynku poprzez zastosowanie licznika ciepła.

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. Wprowadzenie opomiarowania budynku.	216	2 000,00	432 000,00
RAZEM			432 000,00

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)
Przegroda 1 SZO Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	1 574,02	192,00	302 211,84
Przegroda 2 SZS Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	353,29	192,00	67 831,68
Przegroda 3 SZPIW Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	343,35	263,00	90 301,05
Przegroda 4 SG Ocieplenie ścian w gruncie poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	505,39	311,00	157 176,29
Przegroda 5 STRDW Ocieplenie stropodachu poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej lub celulozy. Grubość izolacji: 23 cm	948,07	61,40	58 211,50
Przegroda 6 STRD Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 19 cm	421,82	177,00	74 662,14
Przegroda 7 STRPIW Ocieplenie stropu nad przejazdem poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 14 cm	1220,49	92,00	112 285,04
RAZEM			862 679,54

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-moką	386,25	150,00	57 937,50

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	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, m ²	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m ²	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K)	61,56	750,00	46 170,00
Okno 2 luksfery Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 0,52 W/(m ² K)	19,91	466,67	9 291,33
Drzwi 1 drzwi zewnętrzne stare Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,50 W/(m ² K)	13,38	1 250,00	16 725,00
RAZEM			72 186,33

11. Załączniki

11.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	SZO	ściana zewnętrzna osłonowa	1,12	1 574,02
Przegroda 2	SZS	ściana zewnętrzna szczytowa	1,05	353,29
Przegroda 3	SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,51	343,35
Przegroda 4	SG	ściana przy gruncie	1,10	505,39
Przegroda 5	STRDW	stropodach wentylowany	0,93	948,07
Przegroda 6	STRD	dach	1,11	421,82
Przegroda 7	STRPIW	strop nad piwnicą	0,92	1 220,49
Okno 1	OZS	okna zewnętrzne stare	2,60	61,56
Okno 2	LUX	luksfery	4,55	19,91
Okno 3	OZN	okna zewnętrzne nowe	1,60	856,07
Drzwi 1	DZS	drzwi zewnętrzne stare	5,10	13,38
Drzwi 2	DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,00	36,05

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














Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Zespół Szkół Morskich _ szkoła	
Adres:	ul. Solтана 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 θ_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 :	3770,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13782,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	217755	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	169652	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	387406	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	387406	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 $V_{v,H}$:	15977,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1706,54	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	474038	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3770	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13782,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	452,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	125,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	123,8	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	34,4	kWh/(m ³ ·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	270,28	8,03	18,38	266,33	0,946	44,30	171,66	358,67	5998,5	5470,2
Luty	0,9	238,84	7,17	16,72	260,47	0,944	50,25	155,05	329,49	6011,1	5470,2
Marzec	4,6	210,34	6,65	18,38	206,26	0,869	95,41	171,66	209,42	6113,8	5470,2
Kwiecień	6,8	172,42	5,60	17,45	174,02	0,789	134,22	166,12	132,68	6192,5	5470,2
Maj	11,7	106,53	3,97	17,56	102,23	0,545	187,23	171,66	34,64	6562,4	5470,2
Czerwiec	16,0	42,25	2,28	16,53	39,23	0,265	198,17	166,12	3,80	5725,4	3661,9
Lipiec	16,8	34,93	2,77	16,74	31,39	0,220	205,69	171,66	2,99	5058,2	3661,9
Sierpień	17,4	28,38	3,13	16,61	25,50	0,198	184,57	171,66	2,93	5843,7	3661,9
Wrzesień	13,9	71,97	2,84	16,20	70,00	0,492	119,22	166,12	20,61	6929,2	5470,2
Październik	11,0	116,77	4,03	17,08	112,49	0,724	73,23	171,66	73,08	6443,6	5470,2
Listopad	5,2	195,06	5,95	16,99	197,47	0,907	42,96	166,12	225,89	6105,4	5470,2
Grudzień	2,2	245,43	7,33	18,04	241,42	0,936	41,88	171,66	312,34	6028,8	5470,2
W sezonie	9,0	1733,20	59,75	206,68	1726,80	0,594	1377,12	2021,16	1706,54	6335,1	5518,2



















Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,000	36,05
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	5,100	13,38
 LUX	luksfery	4,545	19,91
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	856,07
 OZS	okna zewnętrzne stare	2,600	61,56
 PG	podłoga na gruncie	0,410	1386,91
 SG	ściana przy gruncie	1,096	481,32
 STRD	dach	1,111	409,53
 STRDW	stropodach wentylowany	0,933	977,39
 STRPIW	strop nad piwnicą	0,924	1386,92
 SZO	ściana zewnętrzna osłonowa	1,118	1380,72
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,510	306,56
 SZS	ściana zewnętrzna szczytowa	1,054	309,90











Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 LUX	luksfery					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 LUKSFERY	0,0500	Mur z luksferów (bez szczeliny powietrznej)		2550	0,840	0,050
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,220
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						4,545
 PG	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						
 PCW	0,0030	PCW.	0,200	1300	1,260	0,015
 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 ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						2,440
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,410
 SG	ściana przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,300
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						0,577
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,912
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,096
 STRD	dach					
Rodzaj przegrody: Dach, 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
 PŁ-WIÓ-CE6	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
 ŻELBET	0,0800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,047
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,900
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,111
 STRDW	stropodach wentylowany					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
 PŁ-WIÓ-CE6	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,072
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,933
 STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 BUK	0,0250	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,114
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁYT-PIL-P	0,0200	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,400
 STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,082
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,924
 SZO	ściana zewnętrzna osłonowa					
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	0,2400	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,688
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,894
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,118

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 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
 BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,300
 CEGŁA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,156
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,662
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,510
 SZS	ściana zewnętrzna szczytowa					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
 GAZOBET-08	0,1400	Gazobeton 08.	0,233	800	1,000	0,601
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,949
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,054















Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Zespół Szkół Morskich _ szkoła	
Adres:	ul. Sołtana 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 θ_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 :	3770,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13782,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	96245	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	169652	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	265897	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	265897	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 $V_{v,H}$:	15527,1	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	811,35	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	225374	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3770	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13782,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	215,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	59,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	58,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	16,4	kWh/(m ³ ·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	117,91	2,23	12,52	258,31	0,930	44,97	171,66	189,61	2674,2	5316,6
Luty	0,9	104,19	1,96	11,21	252,61	0,929	50,90	155,05	178,71	2676,9	5316,6
Marzec	4,6	91,75	1,82	12,52	199,92	0,812	96,48	171,66	88,17	2743,1	5316,6
Kwiecień	6,8	75,20	1,60	12,41	168,60	0,700	135,58	166,12	46,52	2809,0	5316,6
Maj	11,7	46,44	1,24	13,24	98,82	0,422	188,87	171,66	7,53	3077,1	5316,6
Czerwiec	16,0	18,39	0,86	13,21	37,59	0,188	199,94	166,12	1,28	3064,1	3508,4
Lipiec	16,8	15,21	1,06	13,95	30,07	0,156	207,69	171,66	1,27	3005,8	3508,4
Sierpień	17,4	12,36	1,17	14,06	24,43	0,141	186,30	171,66	1,39	3549,4	3508,4
Wrzesień	13,9	31,36	1,12	13,50	67,49	0,378	120,40	166,12	5,22	3419,7	5316,6
Październik	11,0	50,91	1,39	13,65	108,79	0,617	74,11	171,66	22,98	3045,3	5316,6
Listopad	5,2	85,08	1,84	12,81	191,38	0,871	43,59	166,12	108,36	2779,2	5316,6
Grudzień	2,2	107,06	2,12	12,82	234,10	0,914	42,54	171,66	160,30	2706,7	5316,6
W sezonie	9,0	755,86	18,41	155,90	1672,12	0,525	1391,37	2021,16	811,35	2921,8	5364,7

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZN	drzwi zewnętrzne nowe	2,000	36,05
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	1,500	13,38
 LUX	luksfery	4,545	
 OZLUX	okna zewnętrzne nowe/lux	0,520	19,91
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	856,07
 OZS	okna zewnętrzne stare	1,300	61,56
 PG	podłoga na gruncie	0,410	1386,91
 SG	ściana przy gruncie	0,181	481,32
 STRD	dach	0,177	409,53
 STRDW	stropodach wentylowany	0,176	977,39
 STRPIW	strop nad piwnicą	0,218	1386,92
 SZO	ściana zewnętrzna osłonowa	0,228	1360,81
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,220	306,56
 SZS	ściana zewnętrzna szczytowa	0,225	309,90

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 LUX	luksfery					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 LUKSFERY	0,0500	Mur z luksferów (bez szczeliny powietrznej)		2550	0,840	0,050
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,220
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						4,545
 PG	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						
 PCW	0,0030	PCW.	0,200	1300	1,260	0,015
 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 ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						2,440
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,410
 SG	ściana przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PG						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,300
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 STYRO0,036	0,1400	Styropian ekstrudowany	0,036	22	1,400	3,889
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						1,302
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						5,526
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,181
 STRD	dach					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 STYROPIANS	0,1900	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	4,750
 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
 PŁ-WIÓ-CE6	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
ŻELBET	0,0800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,047
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						5,650
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,177
STRDW	stropodach wentylowany					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 1$ m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
GRANULAT05	0,2300	Wełna mineralna granulowana.	0,050	180	0,750	4,600
PŁ-WIÓ-CE6	0,1000	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,667
PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						5,672
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,176
STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
BUK	0,0250	Drewno bukowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,114
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
PŁYT-PIL-P	0,0200	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	0,400
STRŻELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-		1400	0,840	0,180
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 ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,582
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,218
SZO	ściana zewnętrzna osłonowa					
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	0,2400	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,688
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,500
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						4,394
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,228
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
BETON-1900	0,3000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,300
CEGLA-PEŁN	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,156
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
STYRO0,036	0,1400	Styropian ekstrudowany	0,036	22	1,400	3,889
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						4,551
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,220
SZS ściana zewnętrzna szczytowa						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
GAZOBET-08	0,1400	Gazobeton 08.	0,233	800	1,000	0,601
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 ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						4,449
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,225