

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

**Budynek Administracyjny - Instytut Podstaw Inżynierii
Środowiska Polskiej Akademii Nauk.**

ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34

kod: 41-819 miejscowość: Zabrze

województwo: śląskie

Wykonawca:

PHIN Consulting Sp. z o.o.

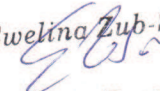
Ewelina Zub-Sokalska
Ewelina Zub-Sokalska
Audytor Energetyczny

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	Budynek Administracyjny - Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk.		1.2. Rok budowy
			1974
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL*	Polska Akademia Nauk - Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34 41-819 Zabrze woj.: śląskie (32) 271 64 81		1.4 Adres budynku
			ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34 41-819 Zabrze powiat: Zabrze woj.: śląskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
PHIN Consulting Sp. z o.o. ul. Częstochowska 63 93-121 Łódź woj. łódzkie tel.: 042 66 111 99 REGON 1002467			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Ewelina ZUB-SOKALSKA ul. Główna 22, Zalesie Golczowskie 32-310 Klucze woj. Małopolskie PESEL 83033019906	mgr inż. Inżynierii Środowiska. Spec. Odnawialne Źródła Energii <i>Ewelina Zub Sokalska</i> <i>Ewelina Zub Sokalska</i> Audytor Energetyczny Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1395	
4. Miejscowość i data wykonania opracowania		Zalesie Golczowskie, 09.10.2012	

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	24
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	26
10.	Załączniki	29

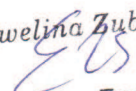
Ewelina Zub-Sokalska
AS
 Audytor Energetyczny

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1.	Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Mieszana: żelbetowo-murowana		
2.	Liczba kondygnacji	4+piwnica, 1+piwnica		
3.	Kubatura części ogrzewanej, [m ³]	9809,1		
4.	Powierzchnia budynku netto, [m ²]	2938,4		
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m ²]	0,0		
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m ²] - ogrzewana	2938,4		
7.	Liczba mieszkań	0		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	70		
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralny, kotłownia gazowa		
11.	Współczynnik kształtu A/V, [1/m]	0,56		
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m ² K)]	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne	1,13 1,15	0,91	0,24 0,24
2.	Dach / stropodach/ strop nad przejściem	0,58 0,59	0,28	0,21 0,21
3.	Strop piwnicy/ podłoga na gruncie	0,47 0,39		0,47 0,39
4.	Okna	3,90 1,60		1,11 1,60
5.	Drzwi zewnętrzne	4,00 3,50	2,50	1,90 1,90
3.	Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95		0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,92		0,95
3.	Sprawność regulacji	0,85		0,93
4.	Sprawność wykorzystania	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85		0,85
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,91		0,91
4.	Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna		naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego, [m ³ /h]	7447,2		6995,4
4.	Liczba wymian, [1/h]	0,76		0,71
5.	Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW]	262,973		183,077
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	1,485		1,485
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	1754,66		1094,76

Ewelina Żub-Sokalska

 Audytor Energetyczny

4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok]	1826,93	1008,90
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok]	24,06	24,06
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]	1608,84	
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	165,874	103,492
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)]	172,707	95,375
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m3rok)]	51,736	28,570
6.	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł]	46,73	46,73
2.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł]	6022,98	6022,98
3.	Oplata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, [zł]	67,74	67,74
4.	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł]	11844,90	11844,90
5.	Oplata za ogrzanie 1m ² pow. użytkowej, [zł/m-c]	3,01	1,76
6.	Oplata abonamentowa, [zł/m-c]	148,83	148,83
7.	Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c]	281,67	281,67
7.	Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu, [zł] **	1 087 069,57	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	44,2%
Planowane koszty całkowite, [zł]	1 087 069,57	Premia termomodernizacyjna, [zł] **	88 005,94
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	44 002,97		

** 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.

Ewelina Zub-Sokańska

 Audytor Energetyczny

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,
- kosztorysy inwestorskie

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu OZC

3.3. Osoby udzielające informacji:

Pan Maciej Górnicki

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

3.5. 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 z dnia 6 listopada 2008r. W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

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

Norma - obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

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

Ewelina Zub-Sokańska
925
Audytorka Energetyczna

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Analizowany budynek jest jednym z obiektów użytkowanych przez Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN przy ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34 w Zabrze. Budynek składa się z 3 segmentów oraz dwóch łączników. Segment południowy - budynek główny administracji jest 4 kondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony. Pozostałe segmenty - stołówka, aula oraz łączniki są parterowe z częściowym podpiwniczeniem. Średnia wysokość kondygnacji w osiach $h=3,3$ m. Wyjątkiem jest pomieszczenie auli - $h=4,75$ m.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany fundamentowe oraz piwnic wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo wapiennej o grubości 51 cm. Segment 4 kondygnacyjny wykonany w konstrukcji szkieletowej, żelbetowej. Ściany zewnętrzne z cegły kratówki o grubości 38 cm. Ściany zewnętrzne obustronnie tynkowane, po stronie zewnętrznej wykonano okładzinę z paneli blachy aluminiowej, bez izolacji cieplnej. Dokładny opis przegród zawiera załącznik nr 4 do audytu - wydruk z programu OZC.

Stropy międzykondygnacyjne z płyt kanałowych typu Żerań. W auli dach z płyt żelbetowych na dźwigarach kratowych stalowych, ocieplony w 2007 roku styropapą o grubości 12 cm z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej. Stropodach w segmencie 4 kondygnacyjnym niewentylowany ocieplony styropapą o grubości 5 cm. W pozostałych segmentach stropodachy pełne z warstwą żużlu, ocieplone styropapą o grubości 5 cm. Dokładny opis przegród zawiera załącznik nr 4 do audytu - wydruk z programu OZC.

W ostatnich latach wymieniono większość okien zewnętrznych kondygnacji naziemnych oraz piwnicy. Zastosowano okna nowe, PCV o współczynniku przenikania $U=1,6$ W/m²K, z tzw. mikrouchyłem. Do wymiany pozostają jeszcze okna w auli - obecnie w bardzo złym stanie technicznym.

Drzwi wejściowe do budynku głównego, stare aluminiowe w złym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w segmentach parterowych wymienione w ostatnich latach na nowe, przeszklone. Drzwi wyjściowe z auli na patio, stare drewniane, w złym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w obiekcie. Kotłownia gazowa z kotłem kondensacyjnym firmy Hoval, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem nadmuchowym, wyposażona w automatykę pogodową. Kotłownia zmodernizowana w roku 2005. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Rury stalowe, spawane, izolowane w pomieszczeniach piwnicy. Grzejniki starego typu - żeberkowe, żeliwne oraz typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzewnikowych zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji 90/70 st. C.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych podgrzewaczach elektrycznych.

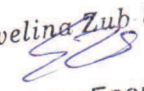
4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną i ślusarką drzwiową.

Ewelina Zub-Sokalska
Audytor Energetyczny

5. Ocena stanu technicznego budynku		
l.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	przegrody zewnętrzne	
	P1 Ściana zewnętrzna U= 1,13 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P2 Ściana zewnętrzna piwnic U= 1,15 W/(m2K)	Docieplenie ścian piwnic powyżej poziomu gruntu styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P3 Ściana przy gruncie U= 0,91 W/(m2K)	Docieplenie ścian piwnic poniżej poziomu gruntu styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K)
	P4 Stropodach - segment wysoki U= 0,58 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,22 W/(m2K)
	P5 Stropodach - segmenty niskie U= 0,59 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,22 W/(m2K)
2.	okna i drzwi	
	W ostatnich latach wymieniono większość okien zewnętrznych kondygnacji naziemnych oraz piwnicy. Zastosowano okna nowe, PCV o współczynniku przenikania U=1,6 W/m2K, z tzw. mikrouchylem. Do wymiany pozostają jeszcze okna w auli - obecnie w bardzo złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami
3.	Drzwi wejściowe do budynku głównego, stare aluminiowe w złym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w segmentach parterowych wymienione w ostatnich latach na nowe, przeszklone. Drzwi wyjściowe z auli na patio, stare drewniane, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.
	wentylacja	
4.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną i ślusarką drzwiową.	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe.
	instalacja ciepłej wody użytkowej	
5.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych podgrzewaczach elektrycznych.	Bez zmian.
	instalacja grzewcza	
5.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w obiekcie. Kotłownia gazowa z kotłem kondensacyjnym firmy Hoval, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem nadmuchowym, wyposażona w automatykę pogodową. Kotłownia zmodernizowana w roku 2005. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Rury stalowe, spawane, izolowane w pomieszczeniach piwnicy. Grzejniki starego typu - żeberkowe, żeliwne oraz typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji 90/70 st. C.	W zakresie modernizacji c.o. należy wykonać nową instalację rozprowadzającą, wymienić grzejniki na nowe, stalowe o znikomej bezwładności cieplnej, zamontować zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi oraz automatyczne zawory odpowietrzające. Dodatkowo w pomieszczeniu Auli należy zamontować nagrzewnice wodne. Zaleca się również przeprowadzenie próby nowej instalacji z wykonaniem regulacji hydraulicznej.
	<i>Ewelina Zub-Sokalska</i> <i>[Podpis]</i> Audytor Energetyczny	

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. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian piwnic powyżej poziomu gruntu styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian piwnic poniżej poziomu gruntu styropianem ekstrudowanym- technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe.
3.	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną i ślusarką drzwiową.	wentylacja
		Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe.
4.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w obiekcie. Kotłownia gazowa z kotłem kondensacyjnym firmy Hoval, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem nadmuchowym, wyposażona w automatykę pogodową. Kotłownia zmodernizowana w roku 2005. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Rury stalowe, spawane, izolowane w pomieszczeniach piwnicy. Grzejniki starego typu - żeberkowe, żeliwne oraz typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji 90/70 st. C.	instalacja grzewcza
		W zakresie modernizacji c.o. należy wykonać nową instalację rozprowadzającą, wymienić grzejniki na nowe, stalowe o znikomej bezwładności cieplnej, zamontować zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi oraz automatyczne zawory odpowietrzające. Dodatkowo w pomieszczeniu Auli należy zamontować nagrzewnice wodne. Zaleca się również przeprowadzenie próby nowej instalacji z wykonaniem regulacji hydraulicznej.

Ewelina Zub Sokalska

Audytor Energetyczny

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

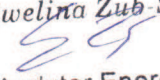
W rozdziale dokonano:

- 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}	18,1	18,1
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,0	-20,0
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O_{0z}, O_{1z}	46,73	46,73
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	6022,98	6022,98
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab_0, Ab_1	148,83	148,83
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x_0, x_1	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y_0, y_1	1	1

Ewelina Zub-Sokalska

Audytor Energetyczny

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ		
			Ściana zewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,13	Material izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,88	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	1232,38	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	399,539
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	1284,18	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,053055
Liczba stopniocdni	Sd [dzień×K/rok]	3320,6			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	11	3,63	2,75	0,28	0,012917	97,271	301953,11	17026,72	17,73
	12	3,88	3,00	0,26	0,012086	91,011	308887,68	17379,31	17,77
	13	4,13	3,25	0,24	0,011355	85,509	315822,25	17689,27	17,85
	14	4,38	3,50	0,23	0,010707	80,633	322756,82	17963,88	17,97
	15	4,63	3,75	0,22	0,010130	76,284	329691,39	18208,87	18,11

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany:

d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
cm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
13	4,13	3,25	0,24	0,011355	85,509	315822,25	17689,27	17,85

UWAGA:

Przed wykonaniem docieplenia należy usunąć okładzinę z blachy aluminiowej. Przedstawiony w powyższej optymalizacji koszt przedsięwzięcia zawiera: demontaż istniejącej okładziny, docieplenie ścian styropianem o grubości 13 cm, położenie nowego tynku, ponowny montaż istniejącej instalacji odgromowej prowadzonej po ścianie.

Komentarz do wartości A_{koszt} ścian do docieplenia:

Całkowity koszt zabiegu termomodernizacyjnego obejmuje również docieplenie ościeży grubością styropianu 3 cm o łącznej powierzchni 354,6 m².

Ewelina Zub S...
Audytor Energetyczny

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZPIW		
			Ściana zewnętrzna piwnic		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,15	Material izolacyjny	styropor	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,87	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	143,46	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	28,060
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	157,89	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,006291
Liczba stopniocdni	Sd [dzień×K/rok]	1966,8			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,09	2,22	0,32	0,001768	7,887	32637,86	1269,60	25,71
	10	3,65	2,78	0,27	0,001499	6,685	34406,23	1345,22	25,58
	12	4,20	3,33	0,24	0,001301	5,801	36174,60	1400,84	25,82
	14	4,76	3,89	0,21	0,001149	5,124	37942,97	1443,48	26,29
	16	5,31	4,44	0,19	0,001029	4,588	39711,34	1477,20	26,88

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,20	3,33	0,24	0,001301	5,801	36174,60	1400,84	25,82

UWAGA:

Przed wykonaniem docieplenia należy usunąć okładzinę z blachy aluminiowej. Przedstawiony w powyższej optymalizacji koszt przedsięwzięcia zawiera: demontaż istniejącej okładziny, jej utylizację, docieplenie ścian styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm oraz położenie nowego tynku,

Komentarz do wartości A_{koszt} ścian do docieplenia:

Całkowity koszt zabiegu termomodernizacyjnego obejmuje również docieplenie ościeży grubością styropianu 3 cm o łącznej powierzchni 6,2 m².

Ewelina Zub-Sokół
Audyt Energetyczny

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SG	
			Ściana przy gruncie		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,91	Materiał izolacyjny	styropor	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,10	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	300,48	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	46,619
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	341,04	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,010452
Liczba stopniocdni	S _d [dzień×K/rok]	1966,8			

optymalizacja	d	R	DR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$DO_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,32	2,22	0,30	0,003451	15,391	51821,50	1965,33	26,37
	10	3,87	2,78	0,26	0,002956	13,184	55641,15	2104,28	26,44
	12	4,43	3,33	0,23	0,002585	11,530	59460,80	2208,37	26,93
	14	4,98	3,89	0,20	0,002297	10,245	63280,45	2289,25	27,64
	16	5,54	4,44	0,18	0,002066	9,217	67100,10	2353,91	28,51

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

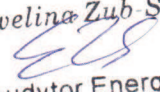
Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,43	3,33	0,23	0,002585	11,530	59460,80	2208,37	26,93

UWAGA!

Fundamenty wybudowanego w latach 70-ych ubiegłego stulecia obiektu nie zostały odpowiednio zabezpieczone w zakresie izolacji cieplnej i przeciwwilgociowej. Wysoki poziom wód gruntowych w sąsiedztwie obiektu ma bezpośredni wpływ rfa duże zawilgocenie ścian w fundamentowych. W związku z planowaną termomodernizacją budynku należy ograniczyć ilość wilgoci przedostającą się do pomieszczeń piwnic. W audycie zaproponowano rozwiązanie kompleksowe polegające na wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ściany wraz z dociepleniem styropianem ekstrudowanym. Wykonanie izolacji cieplnej ścian tylko powyżej gruntu bez odpowiedniego zabezpieczenia fundamentów utrudniłoby odparowywanie (z powodu wysokiego oporu dyfuzyjnego styropianu) podsiąkającej w sposób kapilarny wody gruntowej wewnątrz ścian. Doprowadziłoby to w rezultacie do zwiększenia zawilgocenia ściany na poziomie parteru po zabiegach termomodernizacji.

Termomodernizacja przegrody obejmować będzie zatem: wykonanie izolacji przeciwwilgociowej oraz docieplenie styropianem ekstrudowanym o grubości 12cm. Zadanie to należy potraktować kompleksowo.

Ewelina Zub-Sokalska

 Audytor Energetyczny

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda :	STRD_WYS	
			Stropodach - segment wysoki		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,58	Material izolacyjny	styropapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,72	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	473,6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	78,811
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	479,7	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,010465
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3320,6			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{nj}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	4,22	2,50	0,24	0,004272	32,168	62675,11	2627,39	23,85
	11	4,47	2,75	0,22	0,004033	30,370	65361,27	2728,64	23,95
	12	4,72	3,00	0,21	0,003819	28,763	68047,42	2819,17	24,14
	13	4,97	3,25	0,20	0,003628	27,317	70733,57	2900,61	24,39
	14	5,22	3,50	0,19	0,003454	26,010	73419,72	2974,24	24,69

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{nj}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,72	3,00	0,21	0,003819	28,763	68047,42	2819,17	24,14

UWAGA

Przedstawiony w powyższej optymalizacji koszt przedsięwzięcia zawiera: docieplenie stropodachu styropapą oraz ponowny montaż istniejącej instalacji odgromowej po przeprowadzonych zabiegach termomodernizacji.

Ewelina Zub Sokalska
Audytor Energetyczny

Komentarz do wartości A_{koszt} ścian do docieplenia:

Całkowita powierzchnia stropodachów do docieplenia wynosi 1405,47 m². przedstawiona powyżej wartość A_f jest częścią składową całości.

7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):		STRD_N	
			Stropodach - segmenty niskie			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,59	Materiał izolacyjny		styropapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,70	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	909,0	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q _{0u} [GJ/rok]	153,087
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	925,8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q _{0u} [MW]	0,020329
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3320,6				

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	4,20	2,50	0,24	0,008239	62,041	120967,79	5128,58	23,59
	11	4,45	2,75	0,22	0,007776	58,559	126152,27	5324,76	23,69
	12	4,70	3,00	0,21	0,007363	55,446	131336,75	5500,08	23,88
	13	4,95	3,25	0,20	0,006991	52,648	136521,23	5657,71	24,13
	14	5,20	3,50	0,19	0,006655	50,118	141705,71	5800,19	24,43

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q_{1u}	Q_{1u}	N_u	$\Delta O_{r,u}$	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,70	3,00	0,21	0,007363	55,446	131336,75	5500,08	23,88

UWAGA

Przedstawiony w powyższej optymalizacji koszt przedsięwzięcia zawiera: docieplenie stropodachu styropapą oraz ponowny montaż istniejącej instalacji odgromowej po przeprowadzonych zabiegach termomodernizacji.

Komentarz do wartości A_{koszt} ścian do docieplenia:

Całkowita powierzchnia stropodachów do docieplenia wynosi 1405,47 m². przedstawiona powyżej wartość A_f jest częścią składową całości.

Ewelina Żyła Sokalska
Audytor Energetyczny

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

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	91,1	wymiana okien zewnętrznych z częściowym przymurowaniem		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² K)	3,90	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	207,259
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	899,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,029840

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,34	525,21	91,1	96,463	0,016297	6156,58	47846,35	7,77
2	1,11	545,51	91,1	90,452	0,015498	6495,20	49695,66	7,65

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
2	1,11	545,51	91,1	90,452	0,015498	6495,20	49695,66	7,65

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	1258,7	899,1	899,1
współczynnik przepływu, m ³ /((m ² *h*daPa ^(2/3)))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	0,7	0,7
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w (1)	1,0	1,0	1,0

1- miejsce mocno osłonięte, patio

Zabieg ten polega na zmniejszeniu powierzchni okien zewnętrznych poprzez ich częściowe przymurowanie.

Zaleca się montaż nowych okien zewnętrznych. Zarówno cena jednostkowa jak i współczynnik U wynikają ze średniej ważonej względem powierzchni nowych okien i przymurowania.

Powierzchnie nowych okien wynoszą: 68,32 m²

Powierzchnie przymurowania wynoszą: 22,77 m²

Przymurowania wykonać zgodnie z wytycznymi konstruktora i architekta. Przymurowania powinny być docieplone materiałem izolacyjnym i spełniać warunek $R \geq 4,0$ (m²K)/W.

Rozpatruje się dwa warianty: 1 - dla okien o współczynniku $U=1,7$ W/(m²K) oraz 2 - dla okien o współczynniku $U=1,4$ W/(m²K). Dla przymurowań przyjmuje się w obu przypadkach $U=0,25$ W/(m²K).

Ewelina Zub-Sokalska
Audytor Energetyczny

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

Przegroda (symbol):	DZS				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m^2	22,7	wymiana drzwi zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	4,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	51,200
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	178,6	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,006704

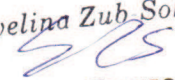
Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rOK+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	2,30	1735,68	22,7	35,928	0,004306	887,00	39452,01	44,48
2	1,90	1781,89	22,7	33,319	0,003959	1033,93	40502,45	39,17

Wartość N_w oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rOK+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
2	1,90	1781,89	22,73	33,319	0,003959	1033,93	40502,45	39,17

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	250,1	178,6	178,6
współczynnik przepływu, $m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

Ewelina Zub Sokalska

 Audytor Energetyczny

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

Przegroda (symbol):	DZD				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m^2	4,2	wymiana drzwi zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	3,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	9,478
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	41,4	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,001365

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	2,30	2986,81	4,2	6,818	0,000905	157,59	12544,59	79,60
2	1,90	3063,02	4,2	6,336	0,000841	184,74	12864,67	69,64

Wartość N_u oszacowano na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
2	1,90	3063,02	4,2	6,336	0,000841	184,74	12864,67	69,64

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	62,2	41,4	41,4
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c_r	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_m	1,5	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w (1)$	1,0	1,0	1,0

1- miejsce mocno osłonięte, patio

Ewelina Zub Sokalska
Audytor Energetyczny

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/m ³	1 000	1 000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{cw}	l/os	7,0	7,0
ilość osób, L_i	os	70	70
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej, θ_0	°C	10	10
czas użytkowania, t_{uz}	doba	250	250
Ilość energii uzyskana z instalacji solarnej w ciągu roku	kWh/rok	0,00	0,00
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} * L_i * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	6 415,94	6 415,94
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,96	0,96
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$ (bez kolektorów)	kWh/rok	6 683,27	6 683,27
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	24,06	24,06
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h,gr} = (L_i * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,03	0,03
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h = 9,32 * L_i^{-0,244}$	-	3,31	3,31
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi} = c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,20	0,20
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h,gr} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	4,91	4,91
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	1,49	1,49
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	195,66	195,66
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	11 844,90	11 844,90
abonament c.w.u.	zł/mc	281,67	281,67
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	8 298,73	8 298,73

Ewelina Zub Sokol
Audytor Energetyczny

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
Okna zewnętrzne stare - aula	49 695,66	7,65
Ściana zewnętrzna	315 822,25	17,85
Stropodach - segmenty niskie	131 336,75	23,88
Stropodach - segment wysoki	68 047,42	24,14
Ściana zewnętrzna piwnic	36 174,60	25,82
Ściana przy gruncie	59 460,80	26,93
Drzwi zewnętrzne aluminiowe - stare	40 502,45	39,17
Drzwi zewnętrzne - drewniane	12 864,67	69,64

Ewelina Zub-Sokalska

Audytor Energetyczny

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

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,95
sprawność przesyłania ciepła	η_d	0,92
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,85
sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,91
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	0,74

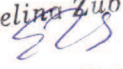
7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

L.p.	opis wariantu	$\eta_w \eta_d \eta_e \eta_s$	w_t	w_d	SZE GJ/rok	ΔO_{roo} zł/rok	N_{co} zł	SPBT lata
1	stan istniejący	0,74	0,85	0,91	1754,66	-	-	-
2	W zakresie modernizacji c.o. należy wykonać nową instalację rozprowadzającą, wymienić grzejniki na nowe, stalowe o znikomej bezwładności cieplnej, zamontować zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi oraz automatyczne zawory odpowietrzające. Dodatkowo w pomieszczeniu Auli należy zamontować nagrzewnice wodne. Zaleca się również przeprowadzenie próby nowej instalacji z wykonaniem regulacji hydraulicznej.	0,84	0,85	0,91	1 754,66	9 808,41	339 954,97	34,7

Ewelina Zab-Sokalska
Audytor Energetyczny

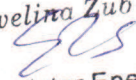
7.5.2. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.

L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g =$	0,95 → 0,95	
	bez zmian			
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,92 → 0,95	
	kompleksowa wymiana instalacji rozprowadzającej wraz z montażem nowych grzejników o znikomej bezwładności cieplnej (stalowe, płytowe)			
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,85 → 0,93	
	montaż zaworów grzejnikowych z głowicami termostatycznymi oraz automatycznych zaworów odpowietrzających, regulacja hydrauliczna instalacji.			
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,00 → 1,00	
	bez zmian			
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	0,85 → 0,85	
	bez zmian			
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	0,91 → 0,91	
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{\text{całk}}$	0,74 → 0,84	

Ewelina Zub Sokalska

 Audytor Energetyczny

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		0,2630	1754,66
Wariant			
w8	Okna zewnętrzne stare - aula	0,2531	1643,02
w7	Ściana zewnętrzna	0,2097	1288,94
w6	Stropodach - segmenty niskie	0,1965	1182,08
w5	Stropodach - segment wysoki	0,1895	1128,35
w4	Ściana zewnętrzna piwnic	0,1857	1121,02
w3	Ściana przy gruncie	0,1852	1119,39
w2	Drzwi zewnętrzne aluminiowe - stare	0,1833	1098,72
w1	Drzwi zewnętrzne - drewniane	0,1831	1094,76

Ewelina Zub Sokołowska

 Audytor Energetyczny

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

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

WARIANT 9									+
WARIANT 8	+								+
WARIANT 7	+	+							+
WARIANT 6	+	+	+						+
WARIANT 5	+	+	+	+					+
WARIANT 4	+	+	+	+	+				+
WARIANT 3	+	+	+	+	+	+			+
WARIANT 2	+	+	+	+	+	+	+		+
WARIANT 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Okna zewnętrzne stare - aula	Ściana zewnętrzna	Stropodach - segmenty niskie	Stropodach - segment wysoki	Ściana zewnętrzna piwnic	Ściana przy gruncie	Drzwi zewnętrzne aluminiowe - stare	Drzwi zewnętrzne - drewniane	System grzewczy

Ewelina Zub Sokalska
Audytor Energetyczny

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	1 087 069,57	44002,97	44,19%	1 087 069,57	217 413,91	173 931,13	88 005,94
2	WARIANT 2	1 074 204,90	43813,49	44,00%	1 074 204,90	214 840,98	171 872,78	87 626,98
3	WARIANT 3	1 033 702,45	42785,24	42,97%	1 033 702,45	206 740,49	165 392,39	85 570,49
4	WARIANT 4	974 241,65	42679,85	42,89%	974 241,65	194 848,33	155 878,66	85 359,69
5	WARIANT 5	938 067,05	42093,78	42,52%	938 067,05	187 613,41	150 090,73	84 187,56
6	WARIANT 6	870 019,63	39275,01	39,85%	870 019,63	174 003,93	139 203,14	78 550,02
7	WARIANT 7	738 682,88	33712,89	34,53%	738 682,88	147 736,58	118 189,26	67 425,77
8	WARIANT 8	422 860,63	15332,90	16,90%	422 860,63	84 572,13	67 657,70	30 665,79
9	WARIANT 9	373 164,97	9808,41	11,34%	373 164,97	74 632,99	59 706,40	19 616,82

Ewelina Zub Sokołowska
 Audytor Energetyczny

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:	44,19%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi: *	1 087 069,57 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi: *	0,00 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej: *	88 005,94 zł

* 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.

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

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 13 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$. Przed wykonaniem zabiegu termomodernizacyjnego należy usunąć istniejącą okładzinę aluminiową.
2. Docieplić ściany zewnętrzne piwnicy powyżej gruntu styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$. Przed wykonaniem zabiegu termomodernizacyjnego należy usunąć istniejącą okładzinę aluminiową.
3. Docieplić ściany zewnętrzne piwnicy poniżej poziomu gruntu styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$. Przed wykonaniem izolacji termicznej, ściany należy osuszyć oraz wykonać nową izolację przeciwwilgociową.
4. Wymienić drzwi zewnętrzne w budynku na nowe o współczynniku $U=1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
5. Wymienić okna zewnętrzne w auli na nowe z nawiewnikami o współczynniku $U=1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wraz z ich częściowym przymurowaniem. Przymurowania należy wykonać zgodnie z wytycznymi konstruktora i architekta. Nowe ściany powinny spełniać warunek oporu $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$.
6. Docieplić stropodach nad segmentem 4-kondygnacyjnym poprzez przyklejenie płyt styropapy o grubości 12 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
7. Docieplić stropodach nad segmentami parterowymi poprzez przyklejenie płyt styropapy o grubości 12 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
8. W zakresie modernizacji c.o. należy wykonać nową instalację rozprowadzającą, wymienić grzejniki na nowe, stalowe o znikomej bezwładności cieplnej, zamontować zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi oraz automatyczne zawory odpowietrzające. W pomieszczeniach Auli należy zastosować nagrzewnice powietrza. Należy również przeprowadzić próbę nowej instalacji z wykonaniem regulacji hydraulicznej.

Ewelina Zub Sokalska
Audytor Energetyczny

Kalkulacja kosztów oszacowana na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Zakres: Modernizacja systemu grzewczego

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
montaż nowej instalacji rozprowadzającej z wykonaniem izolacji cieplnej przewodów (mb.)	1 857,00	54,60	101 395,82
montaż nowych, stalowych, płytowych, grzejników o znikomej bezwładności cieplnej wraz z zaworami i głowicami termostatycznymi. (szt.)	163,00	1 129,73	184 145,87
automatyczne zawory odpowietrzające	14,00	54,08	757,16
regulatory przepływu	20,00	863,84	17 276,73
nagrzewnice	2	7 134,25	14 268,49
rozdzielacz c.o. (pompy c.o., zawory kulowe i zwrotne, filtry) (kpl.)	7	3 158,70	22 110,90
RAZEM			339 954,97

Ewelina Zub-Sos
Audytor Energetyczny

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

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Przegroda 1 SZ Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 13 cm	1 284,18	245,93	315 822,25
Przegroda 2 SZPIW Ocieplenie ścian piwnic powyżej poziomu gruntu poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	157,89	229,11	36 174,60
Przegroda 3 SG Ocieplenie ścian piwnic poniżej poziomu gruntu poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	341,04	174,35	59 460,80
Przegroda 4 STRD_WYS Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 12 cm	479,67	141,86	68 047,42
Przegroda 5 STRD_N Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 12 cm	925,80	141,86	131 336,75
RAZEM			610 841,82

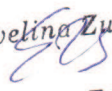
Ewelina Zub Sokalska
[Signature]
Audytor Energetyczny

Kalkulacja kosztów sporządzona na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m ²	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m ²	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 Okna zewnętrzne stare - aula Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami wraz z częściowym przymurowaniem spełniającym wymagania Ustawy. Współczynnik U= 1,11 W/(m ² K)	91,10	545,51	49 695,66
Drzwi 1 Drzwi zewnętrzne aluminiowe - stare Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe Współczynnik U= 1,90 W/m ² K	22,73	1 781,89	40 502,45
Drzwi 2 Drzwi zewnętrzne - drewniane Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,90 W/(m ² K)	4,20	3 063,02	12 864,67
RAZEM			103 062,78

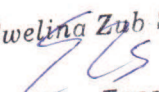
Koszty opracowania dokumentacji projektowej: audytu energetycznego, projektów budowlanych i wykonawczych: instalacji c.o., docieplenia budynku oraz specyfikacji technicznych, przedmiarów robót, kosztorysów.	33 210,00
--	-----------

Ewelina Zub Sokalska

Audytor Energetyczny

10. Załączniki

10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	SZ	Ściana zewnętrzna	1,13	1 284,18
Przegroda 2	SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnic	1,15	157,89
Przegroda 3	SG	Ściana przy gruncie	0,91	341,04
Przegroda 4	STRD_WYS	Stropodach - segment wysoki	0,58	479,67
Przegroda 5	STRD_N	Stropodach - segmenty niskie	0,59	925,80
Przegroda 6	DACH	Dach - aula	0,28	222,00
Przegroda 7	PG_PART	Podłoga na gruncie na parterze	0,34	635,48
Przegroda 8	PG-PIW	Podłoga na gruncie w piwnicy	0,39	695,67
Okno 1	OZS	Okna zewnętrzne stare - aula	3,90	91,10
Okno 2	OZPIW	Okna zewnętrzne piwnic - nowe	1,60	27,93
Okno 3	OZN	Okna zewnętrzne nowe	1,60	675,76
Drzwi 1	DZS	Drzwi zewnętrzne aluminiowe - stare	4,00	22,73
Drzwi 2	DZD	Drzwi zewnętrzne - drewniane	3,50	4,20
Drzwi 3	DZN	Drzwi zewnętrzne nowe	2,50	12,96

Ewelina Zub Sokalska

 Audytor Energetyczny

10.2. Załącznik nr 2 - ograniczenie emisji substancji zanieczyszczających – EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny został wykonany wg. wytycznych Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Obliczenia efektu ekologicznego wykonano w oparciu o wskaźnik unosu substancji zanieczyszczających środowisko, tj. ($\text{kg CO}_2/\text{GJ}$), powstałych przy energetycznym spalaniu paliw na potrzeby CENTRALNEGO OGRZEWANIA w budynku.

W poniższej tabeli przedstawiono, możliwą do uzyskania w wyniku planowanych zabiegów termomodernizacji emisję unikniętą dla Budynku Administracyjnego PAN przy ul. ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34 w Zabrze.

Opis instalacji w stanie istniejącym

Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w obiekcie. Kotłownia gazowa z kotłem kondensacyjnym firmy Hoval, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem nadmuchowym, wyposażona w automatykę pogodową. Kotłownia zmodernizowana w roku 2005. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Rury stalowe, spawane, izolowane w pomieszczeniach piwnicy. Grzejniki starego typu - żeberkowe, żeliwne oraz typu Favier o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji 90/70 st. C.

Opis instalacji w stanie po modernizacji

W zakresie modernizacji c.o. należy wykonać nową instalację rozprowadzającą, wymienić grzejniki na nowe, stalowe o znikomej bezwładności cieplnej, zamontować zawory grzejnikowe z głowicami termostatycznymi oraz automatyczne zawory odpowietrzające. Dodatkowo w pomieszczeniu Auli należy zamontować nagrzewnice wodne. Zaleca się również przeprowadzenie próby nowej instalacji z wykonaniem regulacji hydraulicznej.

		Nośnik energii
		GAZ - kotłownia gazowa
Stan istniejący - z uwzględnieniem sprawności	GJ	1826,93
Stan po modernizacji - z uwzględnieniem sprawności	GJ	1008,90
Różnica	GJ	818,03
Współczynnik nakładu w_i (1)	-	1,1
Różnica po uwzględnieniu współczynnika w_i	GJ	899,83
Wskaźnik Emisji (2)	($\text{kg CO}_2/\text{GJ}$)	55,82
KOŃCOWY EFEKT redukcji emisji	($\text{Mg CO}_2/\text{rok}$)	50,23

1 - współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku - źródło danych - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 Listopada 2008 roku W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

2 - wskaźnik emisji CO_2 (WE) w roku 2009 do raportowania we Wspólnym Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2012.

Ewelina Zub Sokalska
Audytorka Energetyczna

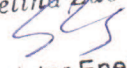
Obliczenia efektu ekologicznego wykonano w oparciu o wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających środowisko, powstałych przy energetycznym spalaniu paliw na potrzeby przygotowania ciepłej wody w budynku.

Opis instalacji w stanie istniejącym

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych podgrzewaczach elektrycznych.

Opis instalacji w stanie po modernizacji

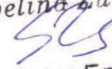
Planowana termomodernizacja nie obejmuje instalacji c.w.u. w Budynku Administracyjnym, dlatego nie wyznaczono efektu ekologicznego dla tej części zadania.

Ewelina Zub Sokalska

Audytor Energetyczny

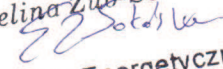
10.3. Załącznik nr 3 - Obliczenie kosztu uzyskania oszczędności energii w przeliczeniu na 1 GJ energii pierwotnej.

	C.O.	C.W.U.
	GAZ - kotłownia gazowa	ENERGIA ELEKTRYCZNA - podgrzewacze przepływowe
Stan istniejący - z uwzględnieniem sprawności	1826,93	24,06
Stan po modernizacji - z uwzględnieniem sprawności	1008,90	24,06
Różnica	818,03	0,00
Współczynnik nakładu wi (1)	1,1 ₍₁₎	3 ₍₁₎
Różnica po uwzględnieniu współczynnika wi	899,84	0
RAZEM [GJ]	899,84	
Całkowity koszt planowanej inwestycji, netto [zł]	883796,39	
Koszt uzyskania oszczędności 1GJ energii pierwotnej [zł/GJ]	982,17	

1 - współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej wi na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku - źródło danych - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 Listopada 2008 roku W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Ewelina Zub Sokulska

 Audytor Energetyczny

Załącznik nr 4
BEZ ZMIAN

Ewelina Zub-Sokalska

Audytor Energetyczny