

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku B Szkoły Podstawowej nr 15 w Gdańsku



Dane budynku:

ul. M. Smoluchowskiego 13
80-211 Gdańsk

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1781
1.3 Inwestor	Dyrekcja Rozbudowy Miasta Gdańska ul. Żagłowa 11 80-560 Gdańsk	1.4 Adres budynku	ul. M. Smoluchowskiego 13 80-211 Gdańsk
2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski, PESEL: 89042813351, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe, nr wpisu do rejestru osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej – 12634.			
4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 10.08.2020 r.	
6. SPIS TREŚCI:			

Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	8
Wykaz dokumentów i danych źródłowych.....	8
Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora	8
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.....	8
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	9
a) Ogólne dane techniczne	9
b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku	11
c) Konstrukcja okien i drzwi.....	16
d) Charakterystyka systemu grzewczego.....	16
e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej.....	17
f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku	17
g) Charakterystyka systemu wentylacji	18
h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych	18
i) Charakterystyka instalacji elektrycznej	18
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	19
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji	20
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.	21
Wariant modernizacji instalacji c.o.	26
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	27
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	28
8. Opis techniczny, niezbędne szkice i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	30
Efekt ekologiczny	32

2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3/1	3/1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 958,6	2 958,6
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 020,9	1 020,9
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 020,9	1 020,9
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,0	0,0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	270	270
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,35	0,35
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m ² ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne		
1.1	SZ1 – ściana zewnętrzna przyziemia	1,858	1,858
1.2	SZ2 – ściana zewnętrzna parteru	1,017	1,017
1.3	SZ3 – ściana zewnętrzna I piętra	1,208	1,208
1.4	SZ4 – ściana zewnętrzna II piętra	1,334	1,334
1.5	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,896	0,195

2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,264	0,147
2.2	D1 - dach	1,068	0,150
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	-		
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.2	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,340	0,340
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne drewniane	3,500	0,900
5.2	OK2 – okna zewnętrzne PVC – piwnice	1,600	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne nieprzeszkłone	3,000	3,000
6.2	DZ2 – drzwi zewnętrzne przeszkłone	4,000	4,000
7.	Inne		
7.1	-	-	-
3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓŁCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00

4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	060	060
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 958,6	2 958,6
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	135,0	110,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	5,0	5,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	519,98	304,85
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	753,59	346,42
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	52,57	52,57
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	141,48	82,95

9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² ·rok]	205,05	94,26
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-
7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	66,42	66,42
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	13 572,14	13 572,14
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	12,31	12,31
4.	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	11,76	6,68
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
8. CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana kwota dofinansowania [zł]		479 136,50	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		563 690,00	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		31 115,87	

¹⁾ dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym wydania świadectw jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

⁴⁾ stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

Wykaz dokumentów i danych źródłowych

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna obiektu
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 7.0

Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora

- Zmniejszenie nadmiernych strat ciepła przez przegrody zewnętrzne
- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

a) Ogólne dane techniczne


Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej – szkoła – budynek B. Analizowany obiekt jest 3 kondygnacyjny, podpiwniczony. W piwnicy znajduje się węzeł cieplny. Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej. Dach dwuspadowy drewnianej konstrukcji, nieocieplony. Poddasze częściowo nieużytkowe, nieocieplone. Okna zewnętrzne drewniane oraz pojedyncze PVC. Drzwi wejściowe w dobrym stanie.






b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

SYMBOL	OPIS
SZ1	Ściana przyziemia
PRODUCENT	
TYP	 Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne


SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4
KAMIEŃ	Mur z kamienia łamanego o gęstości 2800	0,8000	2,550	2400	0,920	0,314	32,7	36364,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0300	1,000	2000	0,840	0,030	16,0	666,7
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R _i		0,130	m ² K/W		GRUBOŚĆ G		0,850 m	
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R _e		0,040	m ² K/W		SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.		0,538 m ² K/W	
Współczynnik przenikania ciepła U						1,858	W/m ² K	

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZPG1

SYMBOL	OPIS
SZPG1	Ściana przy gruncie
PRODUCENT	
TYP	 Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m³	c _p kJ/(kgK)	R m²K/W	μ	Z m²hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4
KAMIEŃ	Mur z kamienia łamanego o gęstości 2800	0,8000	2,550	2400	0,920	0,314	32,7	36364,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0300	1,000	2000	0,840	0,030	16,0	666,7
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R _i		0,748 m²K/W		GRUBOŚĆ G		0,850 m		
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R _e		m²K/W		SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.		1,116 m²K/W		
Współczynnik przenikania ciepła U						0,896 W/m²K		

KONSTRUKCJA PRZEGRODY PGP1

SYMBOL	OPIS
PGP1	Podłoga w piwnicy 50,0 cm
PRODUCENT	
TYP	 Podłoga w piwnicy
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
CERAMIKA	Płyty okładzinowe ceramiczne, terakota.	0,0100	1,050	2000	0,840	0,010	2,9	40,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0400	1,000	2000	0,840	0,040	16,0	888,9
BET-CHUDY	Podkład z betonu chudego.	0,1500	1,050	1900	0,840	0,143	14,4	3000,0
PIASEK-ŚR	Piasek średni.	0,3000	0,400	1650	0,840	0,750	2,4	1000,0

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 2,000 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,500 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 2,942 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,340 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2

SYMBOL	OPIS
SZ2	Ściana parteru
PRODUCENT	
TYP	 Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4
CEGLA-PEŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,6000	0,770	1800	0,880	0,779	6,9	5714,3
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0100	1,000	2000	0,840	0,010	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,630 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,984 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,017 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ3

SYMBOL	OPIS
SZ3	Ściana I piętra
PRODUCENT	
TYP	 Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4
CEGLA-PEŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,4800	0,770	1800	0,880	0,623	6,9	4571,4
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0100	1,000	2000	0,840	0,010	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,510 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,828 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,208 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ4

SYMBOL	OPIS
SZ4	Ściana II piętra
PRODUCENT	
TYP	 Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4
CEGLA-PEŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,4200	0,770	1800	0,880	0,545	6,9	4000,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0100	1,000	2000	0,840	0,010	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,450 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,750 m²K/W


Współczynnik przenikania ciepła U 1,334 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY D1

SYMBOL	OPIS
D1	Dach 23,5 cm
PRODUCENT	
TYP	 Dach
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

PRZEKRÓJ	A	L / A	0,120 m lub m ²						
SYMBOL	OPIS MATERIAŁU		d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
DACHÓW_CER	Dachówka ceramiczna.		0,0200	0,820	1800	0,880	0,024	6,9	190,5
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0400	0,160	550	2,510	0,250	12,0	666,7
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,1200	0,160	550	2,510	0,750	12,0	2000,0
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0300	0,160	550	2,510	0,188	12,0	500,0
SŁOMA	Płyty ze słomy.		0,0100	0,080	300	1,460	0,125	1,5	20,8
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
PRZEKRÓJ	B	L / A	0,880 m lub m ²						
SYMBOL	OPIS MATERIAŁU		d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
DACHÓW_CER	Dachówka ceramiczna.		0,0200	0,820	1800	0,880	0,024	6,9	190,5
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0400	0,160	550	2,510	0,250	12,0	666,7
WAR.POW	Warstwa powietrzna niewentylowana.		0,1200				0,160	1,0	166,7
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0300	0,160	550	2,510	0,188	12,0	500,0
SŁOMA	Płyty ze słomy.		0,0100	0,080	300	1,460	0,125	1,5	20,8
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R _i			0,100 m ² K/W			GRUBOŚĆ G			0,235 m
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R _e			0,040 m ² K/W			SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.			0,936 m ² K/W
						Współczynnik przenikania ciepła U			1,068 W/m ² K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY ST1

SYMBOL	OPIS
ST1	Strop pod nieogrz. poddaszem 20,5 cm
PRODUCENT	
TYP	 Strop pod nieogrz.
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

PRZĘKRÓJ A		L / A		0,140 m lub m ²							
SYMBOL		OPIS MATERIAŁU		d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g	
SOSNA		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0200	0,160	550	2,510	0,125	12,0	333,3	
SOSNA		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,1400	0,160	550	2,510	0,875	12,0	2333,3	
SOSNA		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0200	0,160	550	2,510	0,125	12,0	333,3	
SŁOMA		Płyty ze słomy.		0,0100	0,080	300	1,460	0,125	1,5	20,8	
TYNK-CW		Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3	
PRZĘKRÓJ B		L / A		0,860 m lub m ²							
SYMBOL		OPIS MATERIAŁU		d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g	
SOSNA		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0200	0,160	550	2,510	0,125	12,0	333,3	
WAR.POW		Warstwa powietrzna niewentylowana.		0,1400				0,160	1,0	194,4	
SOSNA		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,0200	0,160	550	2,510	0,125	12,0	333,3	
SŁOMA		Płyty ze słomy.		0,0100	0,080	300	1,460	0,125	1,5	20,8	
TYNK-CW		Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3	
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R _i				0,100 m ² K/W				GRUBOŚĆ G		0,205 m	
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R _e				0,100 m ² K/W				SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.		0,791 m ² K/W	
Współczynnik przenikania ciepła U								1,264 W/m ² K			

Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{\max} [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,300

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

c) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien oraz drzwi zewnętrznych jako dostateczny, należy jednak pamiętać, że aktualnie żadne okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

d) Charakterystyka systemu grzewczego

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne, źródłem ciepła jest węzeł cieplny
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	brak

4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	członowe/płytowe
6.	Oślonienie grzejników	brak
7.	Zawory termostatyczne	brak
8.	Zawory podpionowe	zamontowane
9.	Odpowietrzenie instalacji	zamontowane
10.	Naczynie wzbiornicze	zamontowane
11.	Zabezpieczenie instalacji	brak
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24

e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	ciepła woda użytkowa realizowana centralnie, źródłem jest węzeł cieplny
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	-

f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, zlokalizowany w budynku.

g) Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	2 958,6

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez kratki i kanały wentylacyjne oraz nieszczelności w drzwiach i oknach.

h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Stan przewodów kominowych dobry.

i) Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna nie ma wpływu na ulepszenie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne – nie spełniają obecnych wymogów przenikalności cieplnej,	ocieplenie przegród zewnętrznych
2.	Okna zewnętrzne	wymiana okien
3.	Drzwi zewnętrzne	brak zmian
4.	System grzewczy	modernizacja instalacji
5.	Instalacja c.w.u.	brak zmian
6.	Wentylacja	brak zmian

6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:		Gdańsk Port	
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :		20°C	
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	S_d
Styczeń	2,0	31	558
Luty	1,2	28	526
Marzec	3,5	31	512
Kwiecień	7,7	30	369
Maj	10,7	10	93
Czerwiec	15,5	0	0
Lipiec	18,7	0	0
Sierpień	16,3	0	0
Wrzesień	14,5	5	28
Październik	8,7	31	350
Listopad	4,0	30	480
Grudzień	1,9	31	561
		$S_d =$	3 477

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przełoga nr 1			Nazwa:		Ściana zewnętrzna przy gruncie		
Dane	Powierzchnia przełoga do strat ciepła				A=	133,5	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A _o =	133,5	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-16	°C
	Liczba stopniocdni dla przełoga				S _d =	3 477	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z0} =	66,42	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z1} =	66,42	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełoga w stanie istniejącym:					0,896		W/m²K
Przewiduje się ocieplenie przełoga z użyciem					styrodur XPS		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,035		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					12,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					13,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					14,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					15,0		cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	3,43	3,71	4,00	4,29
3	opór cieplny przełoga R	m²·K/W	1,116	4,546	4,826	5,116	5,406
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	35,9	8,8	8,3	7,8	7,4
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0043	0,0011	0,0010	0,0009	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	2 321 zł	2 371 zł	2 421 zł	2 444 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		360,6	371,4	382,5	394,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		48 140 zł	49 582 zł	51 064 zł	52 599 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		20,74	20,91	21,09	21,52
10	U ₀ , U ₁	W/(m²·K)	0,896	0,220	0,207	0,195	0,185

Wybrano ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). W koszt usprawnienia wliczono wykonanie pionowej izolacji przeciwwilgociowej.

2) ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem

Przełoga nr 2			Nazwa:		Strop pod nieogr. poddaszem		
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła				A=	207,0	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A _o =	207,0	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-16	°C
	Liczba stopniodni dla przełogi				S _d =	3 477	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z0} =	66,42	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z1} =	66,42	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:					1,264	W/m ² K	
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem					wełna mineralna		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,035	W/m*K	
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					19,0	cm	
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					20,0	cm	
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					21,0	cm	
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					22,0	cm	
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	19,0	20,0	21,0	22,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,43	5,71	6,00	6,29
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	0,791	6,221	6,501	6,791	7,081
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	78,6	10,0	9,6	9,2	8,8
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0094	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	5 892 zł	5 935 zł	5 962 zł	5 985 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		148,5	153,0	157,6	162,3
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		30 740 zł	31 671 zł	32 623 zł	33 596 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		5,22	5,34	5,47	5,61
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,264	0,161	0,154	0,147	0,141

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoga **spelnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

3) D1 – dach

Przełroda nr 3			Nazwa:			dach	
Dane	Powierzchnia przełrody do strat ciepła					A=	144,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia					A _o =	144,5 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego					T _{w0} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego					T _{z0} =	-16 °C
	Liczba stopniodni dla przełrody					S _d =	3 477 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z0} =	66,42	zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z1} =	66,42	zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełrody w stanie istniejącym:					1,068 W/m²K		
Przewiduje się ocieplenie przełrody z użyciem					wełna mineralna		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,035 W/m*K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					18,0 cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					19,0 cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					20,0 cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					21,0 cm		

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	19,0	20,0	21,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	5,14	5,43	5,71	6,00
3	opór cieplny przełrody R	m²·K/W	0,936	6,076	6,366	6,646	6,936
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	46,4	7,1	6,8	6,5	6,3
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0056	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	3 376 zł	3 412 zł	3 433 zł	3 442 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		242,8	250,1	257,6	265,3
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		35 085 zł	36 139 zł	37 223 zł	38 336 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		10,39	10,59	10,84	11,14
10	U ₀ , U ₁	W/(m²·K)	1,068	0,165	0,157	0,150	0,144

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 20 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełroda **spelnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

4) OK1 – okna zewnętrzne drewniane

Okno zewnętrzne						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	2958,6	m ³ /h
	Współczynnik U			U =	3,5	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-16	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 477	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z0} =	66,42	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z1} =	66,42	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:					U _{ok}	1,0 W/m ² K
Wariant 2:					U _{ok}	0,9 W/m ² K
Wariant 3:					U _{ok}	0,8 W/m ² K
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Powierzchnia okien		m ²		123,6	
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² *K)	3,5	1,0	0,9
3	Współczynniki korekcyjne	C _r		1,1	1,0	1,0
		C _m		1,1	1,0	1,0
		C _w		1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U		GJ/a	130,0	37,1	33,4
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _w *V _{nom} *Sd		GJ/a	332,7	302,4	302,4
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	462,7	339,5	335,8
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0156	0,0044	0,0040
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,0398	0,0362	0,0362
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,0554	0,0406	0,0402
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		10 593	10 904
11	Cena jednostkowa wym.okien*		zł/m ²		1250	1350
12	Koszt wymiany okien N _{ok}		zł		154 500 zł	166 860 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})		-		14,59	15,30

*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okno o współczynniku przenikania **$U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$** jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.

5) OK2 – okna zewnętrzne PVC

Okno zewnętrzne						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	2958,6	m ³ /h
	Współczynnik U			U =	1,6	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-16	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 477	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z0} =	66,42	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	13 572,14	zł/MW*m-c	O _{z1} =	66,42	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:					U _{ok}	1,0 W/m ² K
Wariant 2:					U _{ok}	0,9 W/m ² K
Wariant 3:					U _{ok}	0,8 W/m ² K
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Powierzchnia okien		m ²		19,2	
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² *K)	1,6	1,0	0,9
3	Współczynniki korekcyjne	C _r		1,1	1,0	1,0
		C _m		1,1	1,0	1,0
		C _w		1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U		GJ/a	9,2	5,8	5,2
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _w *V _{nom} *Sd		GJ/a	332,7	302,4	302,4
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	341,9	308,2	307,6
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0011	0,0007	0,0006
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,0398	0,0362	0,0362
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,0409	0,0369	0,0368
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		2 890	2 946
11	Cena jednostkowa wym.okien*		zł/m ²		1250	1350
12	Koszt wymiany okien N _{ok}		zł		24 000 zł	25 920 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})		-		8,30	8,80

*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okno o współczynniku przenikania **$U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$** jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.

Wariant modernizacji instalacji c.o.

W wariantcie założono modernizację instalacji c.o., tj. wykonanie instalacji, wymiana grzejników, montaż głowic termostatycznych oraz izolację przewodów w częściach nieogrzewanych.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o.	250 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,99	0,99
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,96
Regulacja	0,77	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,69	0,88

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,135	0,135
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	519,98	519,98
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,69	0,88
4.	Obniżenie nocne	1	1
5.	Obniżenie tygodniowe	1	1
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	753,59	590,89
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	72 040,31	61 233,78
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	10 806,53
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	250 000,00
10.	Czas zwrotu inwestycji SPBT [lata]	-	23,13

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	32 623,00	5,47
2.	OK2 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	25 920,00	8,80
3.	D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	37 223,00	10,84
4.	OK1 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	166 860,00	15,30
5.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	51 064,00	21,09
6.	modernizacja instalacji c.o.	250 000,00	23,13

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny			
		1	2	3	4
1.	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x	x	x
2.	OK1 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ OK2 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x	x	
3.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x		
4.	modernizacja instalacji c.o.	x			

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	563 690,00
2.	486 164,00
3.	435 100,00
4.	117 310,00

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,110	304,85	0,88	1	346,42	40924,44	0,005	52,57	3491,70	407,17	31115,87	50,51
2.	0,110	304,85	0,69	1	441,81	47260,25	0,005	52,57	3491,70	311,78	24780,06	38,67
3.	0,111	315,44	0,69	1	457,16	48442,66	0,005	52,57	3491,70	296,43	23597,65	36,77
4.	0,123	415,25	0,69	1	601,81	60004,70	0,005	52,57	3491,70	151,78	12035,61	18,83
stan istniejący	0,135	519,98	0,69	1	753,59	72040,31	0,005	52,57	3491,70			

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	563 690,00	31 115,87	50,51	84 553,50	15%	95 827,30	90 190,40	62 231,74
2	486 164,00	24 780,06	38,67	72 924,60 413 239,40	15% 85%	82 647,88	77 786,24	49 560,12
3	435 100,00	23 597,65	36,77	65 265,00 369 835,00	15% 85%	73 967,00	69 616,00	47 195,30
4	117 310,00	12 035,61	18,83	17 596,50 99 713,50	15% 85%	19 942,70	18 769,60	24 071,22

8. Opis techniczny, niezbędne szkice i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

OK1 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

OK2 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Modernizacja instalacji c.o. – modernizacja/przebudowa instalacji centralnego ogrzewania wraz z wymianą grzejników, montaż głowic termostatycznych

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 21 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	207,00	157,60	32 623,00
2.	OK2 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9$ W/m ² ·K	19,2	1 350,00	25 920,00
3.	D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 20 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	144,5	257,60	37 223,00
4.	OK1 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9$ W/m ² ·K	123,6	1 350,00	166 860,00
5.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styroduru XPS o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	133,5	382,50	51 064,00
6.	modernizacja instalacji c.o.	-	-	250 000,00
SUMA [zł]				563 690,00

Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o program „Poprawa jakości powietrza, Część 2) KAWKA - Likwidacja niskiej emisji wspierająca wzrost efektywności energetycznej i rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii”

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

Emisja – elektrociepłownia	Wartość
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	94,71

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]		Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]		Efekt ekologiczny	
				[Mg/rok]	[%]
CO ₂	76,3514136		37,788343	38,563071	50,51