



AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku Przedszkola Miejskiego „Kopernik” w Grudziądzu



Dane budynku:

ul. Dworcowa 35
86-300 Grudziądz

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	1942
1.3 Inwestor	Urząd Miejski w Grudziądzu ul. Ratuszowa 1 86-300 Grudziądz	1.4 Adres budynku	ul. Dworcowa 35 86-300 Grudziądz
2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Sp. z o.o. ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław			
3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
4. WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 10.01.2023 r.	
6. SPIS TREŚCI:			

ASIG Sp. z o.o.
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław
NIP 8982257896 Regon 386137926
KRS 0000842044

J. Szczepaniak

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, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu ...	
b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku	10
c) Konstrukcja okien i drzwi.....	15
d) Charakterystyka systemu grzewczego.....	15
e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	16
f) Charakterystyka techniczna wężła ciepłego lub kotłowni znajdującej się w budynku	17
g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)	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	18
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji	19
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.	20
Wariant częściowej modernizacji instalacji c.o. oraz wymiany części grzejników	27
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	28
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	29
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	31
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	31
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	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 723,6	2 723,6
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	907,9	907,9
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	907,9	907,9
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,33	0,33
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 segment A	1,377	0,185
1.2	SZ2 – ściana zewnętrzna segment B (łącznik)	1,377	0,185
1.3	SZ3 – ściana zewnętrzna segment C	1,929	0,193
1.4	SW3 – ściana wewnętrzna segment C (garaż)	1,644	1,644
2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	D1 – dach segment B (łącznik)	2,385	0,149

2.2	STP1 – stropodach segment A	4,646	0,141
2.3	STP2 – stropodach segment C	0,896	0,146
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	ST1 – strop nad piwnicą	1,924	1,924
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,267	0,267
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	1,200	1,200
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,000	1,300
7.	Inne		
7.1	-	-	-
3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓLCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
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	0,90	0,90
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60

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/drzwi	okna/drzwi
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 723,6	2 723,6
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	165,0	41,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	6,0	6,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1366,60	252,36
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2169,21	323,54
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	50,91	50,91
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
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]	418,14	77,22
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	663,72	98,99
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]	60,00	60,00
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	3,23	3,23
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]	23,89	3,56
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]	482 448,10	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	83,13
Planowane koszty całkowite [zł]	567 586,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	90 813,76
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		110 740,20	

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

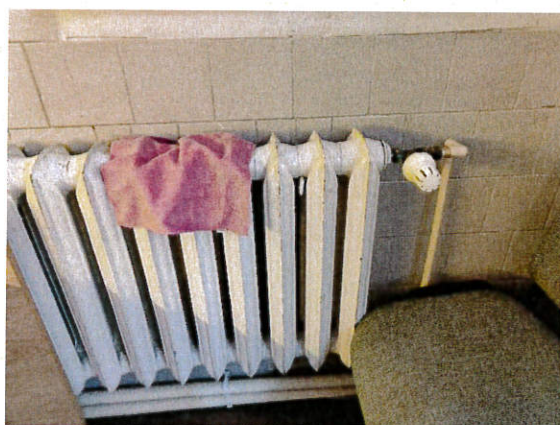
- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

- a) **Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu**


Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej - przedszkole. Analizowany budynek jest 1 kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Budynek składa się z dwóch segmentów połączonych łącznikiem. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej. Stropodach segmentu A wentylowany nieocieplony, stropodach segmentu C niewentylowany, Dach segmentu B konstrukcji żelbetowej. Okna zewnętrzne wymienione na PVC. Drzwi wejściowe w dostatecznym stanie. Źródłem ciepła oraz ciepłej wody użytkowej w budynku jest węzeł cieplny. Instalacja grzewcza częściowo stalowa, częściowo wymieniona na nową, grzejniki żeliwne zeberkowe i płytowe częściowo wyposażone w głowice termostatyczne.





b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku

KONSTRUKCJA PRZEGRODY STP1

SYMBOL	OPIS
STP1	Stropodach segment "A"
PRODUCENT	
TYP	 Stropodach
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
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0300	0,180	1000	1,460	0,167	96,0	4000,0
ŻELBET	Żelbet.	0,1000	1,700	2500	0,840	0,059	24,0	3333,3

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m

Opór warstwy 0,160 m²K/W

Skorygowana suma oporów 0,000 m²K/W

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
STAL-BUD	Stal budowlana.	0,0500	58,000	7800	0,440	0,001	7200	5000000,0
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,600 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,090 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,215 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 4,646 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY STP2

SYMBOL	OPIS
STP2	Stropodach segment "C"
PRODUCENT	
TYP	 Stropodach
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
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0300	0,180	1000	1,460	0,167	96,0	4000,0
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,0500	0,160	550	2,510	0,313	12,0	833,3

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy 0,160 m²K/W Skorygowana suma oporów 0,639 m²K/W

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m³	c _p kJ/(kgK)	R m²K/W	μ	Z m²hPa/g
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,0500	0,160	550	2,510	0,313	12,0	833,3
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,550 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 1,116 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,896 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY D1

SYMBOL	OPIS
D1	Dach segment "B"
PRODUCENT	
TYP	 Dach
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
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0300	0,180	1000	1,460	0,167	96,0	4000,0
SOSNA	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,0500	0,160	550	2,510	0,313	12,0	833,3

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m²K/W Skorygowana suma oporów m²K/W

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m³	c _p kJ/(kgK)	R m²K/W	μ	Z m²hPa/g
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0300	0,180	1000	1,460	0,167	96,0	4000,0
ŻELBET	Żelbet.	0,1500	1,700	2500	0,840	0,088	24,0	5000,0
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,200 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,419 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 2,385 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY PG1

SYMBOL	OPIS
PG1	Podłoga na gruncie 55,0 cm
PRODUCENT	
TYP	 Podłoga na gruncie
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-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0500	1,000	2000	0,840	0,050	16,0	1111,1
BET-CHUDY	Podkład z betonu chudego.	0,2000	1,050	1900	0,840	0,190	14,4	4000,0
PIASEK-ŚR	Piasek średni.	0,3000	0,400	1650	0,840	0,750	2,4	1000,0

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 1,476 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,550 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 2,467 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,405 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY ST1

SYMBOL	OPIS
ST1	Strop nad piwnicą
PRODUCENT	
TYP	 Strop ciepło do dołu
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-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0500	1,000	2000	0,840	0,050	16,0	1111,1
ŻELBET	Żelbet.	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	24,0	6666,7
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,170 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,260 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,170 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,520 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,924 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

SYMBOL	OPIS
SZ1	Ściana zewnętrzna segment "A"
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.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
CEGLA-PĘŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,4000	0,770	1800	0,880	0,519	6,9	3809,5
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 0,130 m²K/W


GRUBOŚĆ G 0,430 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,726 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,377 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2

SYMBOL	OPIS
SZ2	Ściana zewnętrzna segment "B"
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.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
CEGLA-PĘŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,4000	0,770	1800	0,880	0,519	6,9	3809,5
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 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,430 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,726 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,377 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ3

SYMBOL	OPIS
SZ3	Ściana zewnętrzna segment "C"
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.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
CEGLA-PEŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,2400	0,770	1800	0,880	0,312	6,9	2285,7
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 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,270 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,518 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,929 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SW3

SYMBOL	OPIS
SW3	Ściana wewnętrzna segment "C" (garaż)
PRODUCENT	
TYP	Ściana wewnętrzna
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.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
CEGLA-PEŁN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,2400	0,770	1800	0,880	0,312	6,9	2285,7
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 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,270 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,130 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 0,608 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 1,644 W/m²K

Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{max} [W/m²·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

Przegrody zewnętrzne 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).

c) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien jako bardzo dobry, a drzwi zewnętrznych jako niezadowalający. 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). Z uwagi na bardzo dobry stan okien założono wymianę drzwi zewnętrznych.

d) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – ciepło z kogeneracji, w_i	0,80
Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy, $\eta_{H,g}$	0,91
Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, $\eta_{H,d}$	0,90
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne – grzejniki członowe/płytowe z regulacją centralną, $\eta_{H,e}$	0,77
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, $\eta_{H,s}$	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{H,tot}$	0,63

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne, źródłem ciepła jest węzeł cieplny
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe / miedziane / tworzywo
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	żeliwne żeberkowe/ płytowe
6.	Oslonięcie grzejników	Brak
7.	Zawory grzejnikowe	Częściowo zamontowane
8.	Zawory podpionowe	Zamontowane
9.	Odpowietrzenie instalacji	Zamontowane
10.	Naczynie wzbiorcze	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 realizowana z węzła cieplnego
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	Instalacja centralna, brak izolacji w częściach ogrzewanych

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – ciepło z kogeneracji, w_i	0,80
Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, węzeł cieplny kompaktowy, $\eta_{w,g}$	0,90
Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, centralne przygotowanie $\eta_{w,d}$	0,60
Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$	1,00
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, $\eta_{w,s}$	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{w,tot}$	0,54

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,35
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	A_f	m^2	907,85
Ciepło właściwe wody	c_w	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4,19
Gęstość wody	ρ_w	kg/dm^3	1,00
Temperatura ciepłej wody	θ_w	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura zimnej wody	θ_o	$^{\circ}\text{C}$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	k_R	-	1,0
Liczba dni w roku	t_R	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, \text{tot}}$	-	0,54
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_w = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/GJ	7 636,30 / 27,50	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kw} = Q_w / \eta_{cw, \text{tot}}$	kWh/GJ	14 141,30 / 50,91	

Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	Wartość
Sposób przygotowania ciepłej wody	-	-	Indywidualnie
Średni czas użytkowania w ciągu doby	t_h	godzina	8
Współczynnik jednoczesności rozbioru	N_h	-	1,00
Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw} = V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	dm^3/rok	97 421,38	
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw} = Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	MW	0,006	

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

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, znajdujący się w budynku, należący do OPEC.

g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	2 723,6

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez 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	Ocieplenie przegród zewnętrznych
2.	Okna zewnętrzne	Brak zmian
3.	Drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi
4.	System grzewczy	Częściowa wymiana instalacji i grzejników
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 – 18°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :	20°C		
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	S_d
Styczeń	-0,7	31	642
Luty	0,0	28	560
Marzec	0,0	31	620
Kwiecień	6,6	30	402
Maj	14,2	5	29
Czerwiec	14,5	0	0
Lipiec	17,3	0	0
Sierpień	16,4	0	0
Wrzesień	11,0	5	45
Październik	8,1	31	369
Listopad	5,2	30	444
Grudzień	1,9	31	561
$S_d =$			3 672

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZ1 – ściana zewnętrzna segment A

Przełoda nr	1	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła	A=	269,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	269,5 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniodni dla przełody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełody w stanie istniejącym: 1,377 W/m²K

Przewiduje się ocieplenie przełody z użyciem styropian

Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ = 0,031 W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przełody R	m ² ·K/W	0,876	4,106	4,746	5,396	6,036
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	97,6	20,8	18,0	15,8	14,2
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0117	0,0025	0,0022	0,0019	0,0017
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	4 608 zł	4 776 zł	4 909 zł	5 001 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	317,4	333,3	350,0	367,5
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	85 539 zł	89 824 zł	94 325 zł	99 041 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	18,56	18,81	19,21	19,80
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,377	0,244	0,211	0,185	0,166

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Przy tej grubości ocieplenia przełoda 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).

2) SZ2 – ściana zewnętrzna segment B

Przegroda nr	2	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	40,8 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	40,8 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,377	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	styropian	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² · K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² · K/W	0,876	4,106	4,746	5,396	6,036
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	14,8	3,2	2,7	2,4	2,1
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0018	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	696 zł	726 zł	745 zł	759 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		317,4	333,3	350,0	367,5
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		12 950 zł	13 599 zł	14 280 zł	14 994 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		18,61	18,73	19,17	19,75
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² · K)	1,377	0,244	0,211	0,185	0,166

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Przy tej grubości ocieplenia przegroda **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).

3) SZ3 – ściana zewnętrzna segment C

Przełoda nr	3	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła	A=	40,8 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	40,8 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniodni dla przełody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament		
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00	zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełody w stanie istniejącym:	1,929	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełody z użyciem	styropian	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przełody R	m ² ·K/W	0,668	3,898	4,538	5,188	5,828
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	109,6	18,8	16,1	14,1	12,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0131	0,0022	0,0019	0,0017	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	5 448 zł	5 610 zł	5 731 zł	5 817 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		317,4	333,3	350,0	367,5
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		73 224 zł	76 892 zł	80 745 zł	84 782 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		13,44	13,71	14,09	14,57
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,929	0,257	0,220	0,193	0,172

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Przy tej grubości ocieplenia przełoda 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).

4) D1 – dach segment B

Przegroda nr	4	Nazwa:	dach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	44,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	44,5 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniogdn dla przegrody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament		
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00	zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	2,385	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody 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	20,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	20,0	22,0	24,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,14	5,71	6,29	6,86
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,419	5,559	6,129	6,709	7,279
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	33,7	2,5	2,3	2,1	1,9
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0040	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _m	zł/a	-	1 872 zł	1 884 zł	1 897 zł	1 905 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		281,1	295,2	310,0	325,5
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		12 509 zł	13 136 zł	13 795 zł	14 485 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		6,68	6,97	7,27	7,60
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,385	0,180	0,163	0,149	0,137

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 22 cm. Przy tej grubości ocieplenia przegroda **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).

5) STP1 – stropodach segment A

Przegroda nr	5	Nazwa:	stropodach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	467,0 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	467,0 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniocdni dla przegrody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	4,646	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody 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	20,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	26,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	20,0	22,0	24,0	26,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,71	6,29	6,86	7,43
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,215	5,925	6,505	7,075	7,645
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	689,1	25,0	22,8	20,9	19,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0825	0,0030	0,0027	0,0025	0,0023
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	39 846 zł	39 978 zł	40 093 zł	40 179 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		295,2	310,0	325,5	341,8
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		137 858 zł	144 770 zł	152 009 zł	159 621 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		3,46	3,62	3,79	3,97
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	4,646	0,169	0,154	0,141	0,131

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 24 cm. Przy tej grubości ocieplenia przegroda 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).

6) STP2 – stropodach segment C

Przegroda nr	5	Nazwa:	stropodach
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła	A=	369,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	369,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3 672 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,896	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	styropapa	
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	16,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	18,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	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	-	16,0	18,0	20,0	22,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,57	5,14	5,71	6,29
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,116	5,686	6,256	6,826	7,406
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	105,0	20,6	18,7	17,2	15,8
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0126	0,0025	0,0022	0,0021	0,0019
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	5 064 zł	5 178 zł	5 269 zł	5 349 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		214,9	236,4	260,0	286,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		79 341 zł	87 279 zł	95 992 zł	105 591 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		15,67	16,86	18,22	19,74
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,896	0,176	0,160	0,146	0,135

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm. Przy tej grubości ocieplenia przegroda 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).

7) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	136,2	m ³ /h
	Współczynnik U			U =	2,5	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 672	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	60,00	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	60,00	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:				U _{drz}	1,3	W/m ² K
Wariant 2:				U _{drz}	1,2	W/m ² K
Wariant 3:				U _{drz}	1,1	W/m ² K
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m ²		13,7		
2	Współczynnik przenikania	W/(m ² *K)	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki	C _r	1,1	1,0	1,0	1,0
	korekcyjne	C _m	1,1	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{drz} *U	GJ/a	10,9	5,7	5,2	4,8
5	2.94*10 ⁻⁵ *c _r *c _m *V _{nom} *S _d	GJ/a	17,8	14,7	14,7	14,7
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5	GJ/a	28,7	20,4	19,9	19,5
7	10 ⁻⁶ *A _{drz} *(t _{wo} -t _{zo})*U	MW	0,0013	0,0007	0,0006	0,0006
8	3,4*10 ⁻⁷ *c _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,0019	0,0018	0,0018	0,0018
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8	MW	0,0032	0,0025	0,0024	0,0024
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}	zł/rok		498	528	552
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1200	1284	1373,88
12	Koszt wymiany drzwi N _{drz}	zł		16 440 zł	17 591 zł	18 822 zł
13	SPBT=(N _{drz} +N _w)/Σ(ΔQ _{rdrz} + ΔQ _{rw})	-		33,01	33,32	34,10

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wariant częściowej modernizacji instalacji c.o. oraz wymiany części grzejników

W wariantcie założono częściową modernizację wewnętrznej instalacji c.o., tj., wymianę starej instalacji stalowej, wymianę części grzejników (17 szt.).

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
częściowa modernizacja instalacji c.o., wymiana grzejników	100 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,91	0,91
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,96
Regulacja	0,77	0,89
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,63	0,78

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,165	0,165
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	1366,60	1366,60
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,63	0,78
4.	Obniżenie nocne	1,00	1,00
5.	Obniżenie tygodniowe	1,00	1,00
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	2169,21	1752,05
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	130 152,60	105 213,00
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	25 029,60
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	100 000,00

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 4,00 lat

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.	Częściowa modernizacja instalacji c.o. i wymiana 17 grzejników	100 000,00	4,00
2.	STP1 – stropodach segment A, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 24 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	152 009,00	3,79
3.	D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	13 795,00	7,27
4.	SZ3 – ściana zewnętrzna segment C, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	80 745,00	14,09
5.	STP2 – stropodach segment B, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	95 992,00	18,22
6.	SZ2 – ściana zewnętrzna segment B, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	14 280,00	19,17
7.	SZ1 – ściana zewnętrzna segment A, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	94 325,00	19,21
8.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·K	16 440,00	33,01

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny			
		1	2	3	4
1.	Częściowa modernizacja instalacji c.o. i wymiana 17 grzejników	x	x	x	x
2.	SZ1 – ściana zewnętrzna segment A, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K SZ2 – ściana zewnętrzna segment B, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K SZ3 – ściana zewnętrzna segment C, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	x	x	x	
3.	STP1 – stropodach segment A, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 24 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K STP2 – stropodach segment B, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	x	x		
4.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·K	x			

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	567 586,00
2.	551 146,00
3.	289 350,00
4.	100 000,00

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Oplata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,041	252,36	0,78	1	323,54	19412,40	0,006	50,91	3054,60	1845,67	110740,20	83,13
2.	0,042	255,41	0,78	1	327,45	19647,00	0,006	50,91	3054,60	1841,76	110505,60	82,96
3.	0,136	1097,81	0,78	1	1407,45	84447,00	0,006	50,91	3054,60	761,76	45705,60	34,31
4.	0,165	1366,60	0,78	1	1752,05	105123,00	0,006	50,91	3054,60	417,16	25029,60	18,79
stan istniejący	0,165	1366,60	0,63	1	2169,21	130152,60	0,006	50,91	3054,60	-	-	-

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Premia termomodernizacyjna		
				Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	20% kredytu	16% kosztów całkowitych
1	567586,00	110740,20	83,13	85137,90 482448,10	15% 85%	96489,62 90813,76
2	551146,00	110505,60	82,96	82671,90 468474,10	15% 85%	93694,82 88183,36
3	289350,00	45705,60	34,31	43402,50 245947,50	15% 85%	49189,50 46296,00
4	100000,00	25029,60	18,79	15000,00 85000,00	15% 85%	17000,00 16000,00
						50059,20

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

SZ1 – ściana zewnętrzna segment A, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

SZ2 – ściana zewnętrzna segment B, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

SZ3 – ściana zewnętrzna segment C, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

STP1 – stropodach segment A, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 24 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

STP2 – stropodach segment B, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

D1 – dach, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Częściowo modernizacja instalacji c.o. i wymiana grzejników – wymiana częściowa instalacji stalowej, wymiana 17 grzejników

Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł netto]	567 586,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	110 740,20
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	5,13

Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o informacje dotyczące rodzaju paliwa oraz wielkości emisji dla poszczególnych paliw i innych nośników energii pierwotnej w roku 2021

Emisja – OPEC	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [Mg/MWh]	0,000069
Wielkość emisji CO ₂ [Mg/MWh]	0,325

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]		Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
			[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,04	0,01	0,03	75,00
CO ₂	200,43	33,80	166,63	83,14