

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – Lubelskiego Urzędu
Celno-Skarbowego w Białej Podlaskiej



Dane budynku:

ul. Celników Polskich 23
21-500 Biała Podlaska

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	2010
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Lublinie	1.4 Adres budynku	ul. Celników Polskich 23 21-500 Biała Podlaska

2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski
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. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:
01.12.2023 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	10
Wykaz dokumentów i danych źródłowych.....	10
Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora	10
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.....	10
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	11
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	13
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	18
g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....	19
h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych	19
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	20
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji	21
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.	22
Wariant modernizacji instalacji c.o. i c.w.u.	29
Ocena opłacalności modernizacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją wraz z systemem klimatyzacji	30
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	31
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	32
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	34
Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego	36

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	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 778,5	9 778,5
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 259,5	3 259,5
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	3 259,5	3 259,5
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100	100
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	20
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	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 piwnic	0,635	0,184
1.2	SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana	0,357	0,166
1.3	SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła	0,342	0,162
1.4	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,409	0,176

2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	STD1 – stropodach wentylowany	0,192	0,192
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	-	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,234	0,234
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	2,000	0,900
5.2	OK2 – okna zewnętrzne fasadowe	2,400	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
7.	Inne		
7.1	-	-	-
3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWCZEGO I WSPÓŁCZYNNIKI WZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,82
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	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,80

3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna grawitacyjna / mechaniczna	naturalna grawitacyjna / mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi/ kanały	okna/drzwi/ kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	9 778,5	8 800,7
4.	Liczba wymian [l/h]	1	0,9
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	221,0	188,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	27,0	27,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	681,74	455,11
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	933,89	517,17
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	239,87	239,87
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)]	58,10	38,78
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	79,59	44,07
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]	100,00	100,00
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]	3,80	3,80
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]	4,78	2,64
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	79,59	44,07
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	87,55	48,48
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	35,50	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	416,72	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	9,95	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	-	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	41 672,00	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-	

8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO

		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	4 068 869,92	5 004 710,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	-	-
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]		-
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE		NIE
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]		-

9. GRANT TERMOMODERNIZACYJNY

1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² ·rok)]		45,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł]		-

10. PREMIA MZG I GRANT MZG

4.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾		
5.	Wysokość premii MZG [zł]		-
6.	Wysokość grantu MZG [zł]		-
7.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]		-

11. INNE

8.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja		
9.	Budynek JEST / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków		
10.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy		

11. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy¹⁰⁾
- 1) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania 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.
 - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
 - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
 - 4) Jeśli dotyczy.
 - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
 - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
 - 7) Niepotrzebne skreślić.
 - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
 - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
12. 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- *) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;
 - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;
 - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.
- ***) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.
 ***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.

UWAGA: wszystkie koszty podane w audycie liczone są w cenach brutto

- 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

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. Analizowany budynek jest 3 kondygnacyjny, podpiwniczony, kryty stropodachem wentylowanym. Ściany zewnętrzne betonowe i murowane z cegły. Stropodach konstrukcji żelbetowej. Okna zewnętrzne w dostatecznym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła w budynku jest węzeł ciepły, zlokalizowany w sąsiednim budynku, ciepła woda realizowana z podgrzewaczy elektrycznych.






b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

SYMBOL	OPIS
SZ1	Ściana zewnętrzna piwnic
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.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2
BETON-1900	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	0,3800	1,000	1900	0,840	0,380	9,6	5066,7
STYROPIANS	Styropian ułożony szczelnie.	0,0400	0,040	30	1,460	1,000	60,0	3333,3
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		0,130 m ² K/W		GRUBOŚĆ g		0,440 m		
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R _e		0,040 m ² K/W		SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.		1,574 m ² K/W		
Współczynnik przenikania ciepła U						0,635 W/m ² K		

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZPG1

SYMBOL	OPIS
SZPG1	Ściana zewnętrzna przy gruncie 44,0 cm
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.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2
BETON-1900	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	0,3800	1,000	1900	0,840	0,380	9,6	5066,7
STYROPIANS	Styropian ułożony szczelnie.	0,0400	0,040	30	1,460	1,000	60,0	3333,3
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2
RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R _e		1,042 m ² K/W		GRUBOŚĆ g		0,440 m		
				SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.		2,446 m ² K/W		
Współczynnik przenikania ciepła U						0,409 W/m ² K		

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2-1

SYMBOL	OPIS
SZ2-1	Ściana tynkowana/fasada alu
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.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2	
PORO 44	Mur z cegły Porotherm 44 P+W. Stara cha	0,4400		1300	0,840	2,607	5,3	3259,0	
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	0,130 m ² K/W	GRUBOŚĆ g				0,460 m			
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e	0,040 m ² K/W	SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.				2,801 m ² K/W			
Współczynnik przenikania ciepła U						0,357 W/m ² K			

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2-2

SYMBOL	OPIS
SZ2-2	Ściana cegła licowa
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.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2	
PORO 25	Mur z cegły Porotherm 25 P+W. Stara cha	0,2500		1300	0,840	0,573	5,3	1852,0	
STYROPIANS	Styropian ułożony szczelnie.	0,0800	0,040	30	1,460	2,000	60,0	6666,7	
CEGLA-PELN	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,1200	0,770	1800	0,880	0,156	6,9	1142,9	
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	0,130 m ² K/W	GRUBOŚĆ g				0,470 m			
OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e	0,040 m ² K/W	SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.				2,923 m ² K/W			
Współczynnik przenikania ciepła U						0,342 W/m ² K			

KONSTRUKCJA PRZEGRODY PGP1

SYMBOL	OPIS
PGP1	Podłoga w piwnicy 55,0 cm
PRODUCENT	
TYP	 Podłoga w piwnicy
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
STYROPIANS	Styropian ułożony szczelnie.	0,0500	0,040	30	1,460	1,250	60,0	4166,7
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


RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R_e 2,073 m²K/W

GRUBOŚĆ g 0,550 m

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 4,265 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,234 W/m²K

KONSTRUKCJA PRZEGRODY STD1

SYMBOL	OPIS
STD1	Stropodach wentylowany 92,0 cm
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.	0,0200	0,180	1000	1,460	0,111	²⁵⁰⁰ 0,0	694444,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0300	1,000	2000	0,840	0,030	16,0	666,7
ŻELBET	Żelbet.	0,0500	1,700	2500	0,840	0,029	24,0	1666,7

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/m³	c _p kJ/(kgK)	R m²K/W	μ	Z m²hPa/g
WELNA-PL-S	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,2000	0,042	130	0,750	4,762	1,5	416,7
STR-AKER22	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak	0,2200		1300	0,840	0,260	12,6	3846,0

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W

GRUBOŚĆ g 0,920 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,090 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,212 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,192 W/m²K

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

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 i drzwi zewnętrznych jako niewystarczający. 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). Założono wymianę okien i drzwi zewnętrznych.

d) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – systemy ciepłownicze lokalne, w_i</i>	1,30
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy z obudową, $\eta_{H,g}$</i>	0,99
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, $\eta_{H,d}$</i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, $\eta_{H,e}$</i>	0,82
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, $\eta_{H,s}$</i>	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{H,tot}$	0,73

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne wodne z węzła cieplnego
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	płytowe
6.	Oslonięcie grzejników	Brak
7.	Zawory grzejnikowe	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 użytkowa realizowana miejscowo z podgrzewaczy elektrycznych
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	Przewody zaizolowane w częściach nieogrzewanych

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, energia elektryczna w_i</i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, elektryczny podgrzewacz akumulacyjny, $\eta_{w,g}$</i>	0,96
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, miejscowe przygotowanie $\eta_{w,d}$</i>	0,80
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$</i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, $\eta_{w,s}$</i>	0,85
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{w,tot}$	0,65

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	1,4
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	A_f	m^2	3 259,5
Ciepło właściwe wody	c_w	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
Gęstość wody	ρ_w	kg/dm^3	1,00
Temperatura ciepłej wody	θ_w	$^\circ C$	55
Temperatura zimnej wody	θ_o	$^\circ C$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	k_R	-	1,0
Liczba dni w roku	t_R	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,65
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	43 496,90 / 156,59	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_w / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ	66 631,30 / 239,87	

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	1 399 108,0	
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	0,027	

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

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, zlokalizowany w sąsiednim budynku.

g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna / mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	9 778,5

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach oraz mechanicznie za pomocą systemu wentylacji.

Sprawności składowe systemu chłodzenia	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – energia elektryczna, w_i</i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika chłodu z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – system bezpośredni – System VRV,</i>	3,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytwarzania chłodu w źródle – instalacja wody lodowej przy odbiornikach, $\eta_{c,e}$</i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność dystrybucji chłodu – chłodzenie bezpośrednie, $\eta_{c,d}$</i>	0,92
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu – brak zasobnika buforowego, $\eta_{c,s}$</i>	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{c,tot}$	2,85

h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Stan przewodów kominowych dobry.

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	wymiana okien
3.	Drzwi zewnętrzne	wymiana drzwi
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:	Terespol		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :	20°C		
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	S_d
Styczeń	-2,9	31	710
Luty	-3,1	28	647
Marzec	3,3	31	518
Kwiecień	9,8	30	306
Maj	13,7	5	32
Czerwiec	16,8	0	0
Lipiec	18,1	0	0
Sierpień	16,3	0	0
Wrzesień	12,1	5	40
Październik	8,0	31	372
Listopad	2,3	30	531
Grudzień	-1,3	31	660
		$S_d =$	3 816

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic

Przełoga nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=		111,2 m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =		111,2 m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{wo} =		20 °C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{zo} =		-22 °C		
	Liczba stopniodni dla przełogi		S _d =		3 816 dzień *K/rok		
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:				0,635	W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem				styropian twardy			
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				8,0	cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				10,0	cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				12,0	cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o				14,0	cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	8,0	10,0	12,0	14,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,58	3,23	3,87	4,52
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	1,575	4,155	4,805	5,445	6,095
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	23,3	8,8	7,6	6,7	6,0
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0030	0,0011	0,0010	0,0009	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 450 zł	1 570 zł	1 661 zł	1 727 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	494,3	509,1	560,0	616,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	54 966 zł	56 612 zł	62 272 zł	68 499 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	37,91	36,06	37,49	39,66
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,635	0,241	0,208	0,184	0,164

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 12 cm wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej. 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

2) SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana

Przełoga nr	2	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełoga do strat ciepła	A=	217,0 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	217,0 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-22 °C
	Liczba stopniodni dla przełoga	S _d =	3 816 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełoga w stanie istniejącym:	0,357	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełoga z użyciem	styropian twardy	
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	6,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	8,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	1,94	2,58	3,23	3,87
3	opór cieplny przełoga R	m ² ·K/W	2,801	4,741	5,381	6,031	6,671
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	25,5	15,1	13,3	11,9	10,7
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0033	0,0019	0,0017	0,0015	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 040 zł	1 220 zł	1 361 zł	1 477 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	105 332 zł	108 500 zł	119 350 zł	131 285 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	101,28	88,93	87,69	88,89
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,357	0,211	0,186	0,166	0,150

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przełoga po termomodernizacji.**

3) SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła

Przełoga nr	3	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełoga do strat ciepła		A= 873,2 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 873,2 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{wo} = 20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{zo} = -22 °C
	Liczba stopniodni dla przełoga		S _d = 3 816 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:

Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament		
O _{m0} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00	zł/GJ	A _{b0} =	0,00	zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00	zł/GJ	A _{b1} =	0,00	zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przełoga w stanie istniejącym:	0,342	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełoga z użyciem	styropian twardy	
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	6,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	8,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	1,94	2,58	3,23	3,87
3	opór cieplny przełoga R	m ² ·K/W	2,924	4,864	5,504	6,154	6,794
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	98,5	59,2	52,3	46,8	42,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0125	0,0075	0,0067	0,0060	0,0054
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	3 930 zł	4 620 zł	5 171 zł	5 607 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	423 851 zł	436 600 zł	480 260 zł	528 286 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	107,85	94,50	92,88	94,22
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,342	0,206	0,182	0,162	0,147

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przełoga po termomodernizacji.**

4) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przeграда nr 4		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A= 470,8		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 470,8		m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{wo} = 20		°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{zo} = -22		°C		
	Liczba stopniodni dla przegrody		S _d = 3 816		dzień *K/rok		
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z0} =	100,00 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	100,00 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			0,409		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			Styropian twardy				
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			6,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			10,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			12,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	1,94	2,58	3,23	3,87
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	2,445	4,385	5,025	5,675	6,315
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	63,5	35,4	30,9	27,4	24,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0081	0,0045	0,0039	0,0035	0,0031
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	2 810 zł	3 260 zł	3 611 zł	3 887 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	228 526 zł	235 400 zł	258 940 zł	284 834 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	81,33	72,21	71,71	73,28
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,409	0,228	0,199	0,176	0,158

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

5) OK1 – okna zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	75,3	m^3/h	
	Współczynnik U			$U =$	2,0	W/m^2K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-22	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 816	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	100,00	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	100,00	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U_{ok}	0,9 W/m^2K
Wariant 2:						U_{ok}	0,8 W/m^2K
Wariant 3:						U_{ok}	0,7 W/m^2K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	m^2		238,2			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	2,0	0,9	0,8	0,7	
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	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	157,1	70,7	62,8	55,0	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	9,3	8,4	8,4	8,4	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	166,4	79,1	71,2	63,4	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0200	0,0090	0,0080	0,0070	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0212	0,0101	0,0091	0,0081	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		8 730	9 520	10 300	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1600,00	1850,00	2000,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		381 120 $zł$	440 670 $zł$	476 400 $zł$	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		43,66	46,29	46,25	

*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). **o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 W/m^2 \cdot K$**

6) OK2 – okna zewnętrzne fasadowe

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	75,3	m^3/h	
	Współczynnik U			$U =$	2,4	W/m^2K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-22	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 816	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	100,00	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	100,00	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U_{ok}	0,9 W/m^2K
Wariant 2:						U_{ok}	0,8 W/m^2K
Wariant 3:						U_{ok}	0,7 W/m^2K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	m^2			180,0		
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	2,4	0,9	0,8	0,7	
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C_m	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C_w	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	142,4	53,4	47,5	41,5	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	9,3	8,4	8,4	8,4	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	151,7	61,8	55,9	49,9	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0181	0,0068	0,0060	0,0053	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0193	0,0079	0,0071	0,0064	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		8 990	9 580	10 180	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1600,00	1850,00	2000,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		288 000 zł	333 000 zł	360 000 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		32,04	34,76	35,36	

*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). **o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 W/m^2 \cdot K$**

7) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} = 75,3$		m^3/h	
	Współczynnik U		$U = 2,5$		W/m^2K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{wo} = 20$		$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{zo} = -22$		$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody		$S_d = 3\,816$		dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b0} =$ 0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b1} =$ 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:					U_{drz}	1,3 W/m^2K
Wariant 2:					U_{drz}	1,2 W/m^2K
Wariant 3:					U_{drz}	1,1 W/m^2K
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m^2			8,3	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2*K)$	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,0	1,0	1,0
		C_m	-	1,0	1,0	1,0
4	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{drz}*U$	GJ/a	6,8	3,6	3,3	3,0
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_m*V_{nom}*S_d$	GJ/a	10,2	8,4	8,4	8,4
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	17,0	12,0	11,7	11,4
7	$10^{-6}*A_{drz}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	MW	0,0009	0,0005	0,0004	0,0004
8	$3,4*10^{-7}*c_m*V_{nom}*(t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0021	0,0016	0,0015	0,0015
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		500	530	560
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1000	1050	1102,5
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		8 300 zł	8 715 zł	9 151 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		16,20	16,44	16,34

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 modernizacji instalacji c.o. i c.w.u.

W wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej oraz istniejącego źródła ciepła, tj. wymiana węzła cieplnego na nowocześniejszy, wyposażony w automatykę (koszty ujęto w obliczeniach do budynku, w którym znajduje się węzeł cieplny), wymianę grzejników, instalacji oraz montaż głowic termostatycznych na grzejnikach. Założono również wykonanie centralnej instalacji ciepłej wody.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	700 000,00

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	0,82	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,73	0,88

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,221	0,221
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	681,74	681,74
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,73	0,88
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]	933,89	774,70
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	93389,00	77470,00
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	15 919,00
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	700 000,00

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 50,25 lat

Ocena opłacalności modernizacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją wraz z systemem klimatyzacji

WARIANT: Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej, zapewniającego redukcję energii potrzebnej do ogrzania powietrza wentylacyjnego. Proponuje się wentylację z rekuperatorem – centralą wentylacyjną zbudowaną z dwóch wentylatorów – wywiewnego i nawiewnego oraz wymiennikiem ciepła, w którym powietrze dopływające do wnętrza pomieszczenia ogrzewa się od cieplejszego powietrza wywiewanego. Wewnątrz centrali znajdują się specjalne filtry, zatrzymujące pył i zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.

Zasada działania polega na zasysaniu świeżego powietrza z zewnątrz kanałem do centrali wentylacyjnej, a z niej siecią kanałów do wszystkich pomieszczeń. W pomieszczeniach są zamontowane również kratki wywiewne, którymi zanieczyszczone powietrze jest wysysane do sieci kanałów wywiewnych i dopływa z powrotem do centrali wentylacyjnej, a z niej wspólnym kanałem jest usuwane poza obiekt przez wyrzutnię.

Dodatkowo założono montaż systemu chłodzenia w budynku.

Zastosowanie wentylacji nawiewno – wywiewne z odzyskiem ciepła ma duże znaczenie ze względu na jakość powietrza, a także ogranicza straty ciepła poprzez wentylację. Założono odzysk ciepła w wysokości 55%.

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
modernizacja wentylacji mechanicznej	1	1 404 850,00	1 404 850,00

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,221	0,211
2.	Roczne zapotrzebowanie na chłodzenie /ciepło na potrzeby wentylacji mechanicznej w budynku bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	681,74	545,39
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na chłodzenie /ciepło na potrzeby wentylacji mechanicznej w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]	933,89	619,76
4.	Roczny koszt systemu wentylacji w sezonie standardowym [zł/rok]	93389,00	61976,00
5.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	31 413,00
6.	Koszt usprawnienia [zł]	-	1 404 850,00
7.	SPBT [lata]		47,75

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.	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	700 000,00	50,25
2.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	8 300,00	16,20
3.	OK2 – okna zewnętrzne fasadowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	288 000,00	32,04
4.	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 12 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	62 272,00	37,49
5.	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	381 120,00	43,66
6.	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, zastosowanie odzysku ciepła	1 404 850,00	47,75
7.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	258 940,00	71,71
8.	SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	119 350,00	87,59
9.	SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	480 260,00	92,88

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny			
		1	2	3	4
1.	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	x	x	x	x
2.	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, zastosowanie odzysku ciepła	x	x	x	
3.	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ OK2– okna zewnętrzne fasadowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	x	x		
4.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 12 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	x			

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	3703092,00
2.	2782270,00
3.	2104850,00
4.	700000,00

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.	0,188	455,11	0,88	1	517,17	51717,00	0,027	239,87	23987,00	416,72	41672,00	35,50
2.	0,198	489,56	0,88	1	556,32	55632,00	0,027	239,87	23987,00	377,57	37757,00	32,17
3.	0,211	545,39	0,88	1	619,76	61976,00	0,027	239,87	23987,00	314,13	31413,00	26,76
4.	0,221	681,74	0,88	1	774,70	77470,00	0,027	239,87	23987,00	159,19	15919,00	13,56
stan istniejący	0,221	681,74	0,73	1	933,89	93389,00	0,027	239,87	23987,00	-	-	-

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjny	Koszty całkowite brutto [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	3703092,00	41672,00	35,50	-
2	2782270,00	37757,00	32,17	-
3	2104850,00	31413,00	26,76	-
4	700000,00	15919,00	13,56	-

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

SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 12 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²·K

OK2 – okna zewnętrzne fasadowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m²·K

DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²·K

Modernizacja instalacji c.o. – w wariantcie założono modernizację istniejącej instalacji c.o., tj. wymianę grzejników i instalacji grzewczej oraz modernizację węzła cieplnego

Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, zastosowanie odzysku ciepła

Dodatkowe prace, ujęte w audycie efektywności energetycznej, stanowiącym załącznik nr 1 do audytu energetycznego:

Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia

Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii - założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynku, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS) - założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar [m ² / szt./kpl.]	Cena jednostkowa [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	1	700 000,00	700 000,00
2	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	8,3	1 000,00	8 300,00
3	OK2 – okna zewnętrzne fasadowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	180,0	1 600,00	288 000,00
4	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 12 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	111,2	560,00	62 272,00
5	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	238,2	1 600,00	381 120,00
6	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, zastosowanie odzysku ciepła	1	1 404 850,00	1 404 850,00
7	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	470,8	550,00	258 940,00
8	SZ2-1 – ściana zewnętrzna tynkowana, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	217,0	550,00	119 350,00
9	SZ2-2 – ściana zewnętrzna cegła, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	873,2	550,00	480 260,00
12	Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii	1	100 000,00	100 000,00
13	Wymiana oświetlenia na energooszczędne, budowa systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	1 201 618,00	1 201 618,00
SUMA [zł brutto]				5 004 710,00

Podstawa wyceny:

Ceny jednostkowe określono na podstawie średnich cen rynkowych za materiały oraz robociznę z uwzględnieniem dynamicznych zmian rynku, tzn. ceny powiększono o około 25%.

Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł brutto]	5 004 710,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	74 218,49
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	67,43

Uzyskana oszczędność energii w ramach realizacji projektu

	Przed termomodernizacją [GJ/rok]	Po termomodernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	933,89	517,17	416,72
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	239,87	239,87	-
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	407,47	254,03	153,44

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z ciepłowni $w_i = 1,3$
- dla energii elektrycznej $w_i = 2,5$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 933,89 \cdot 1,3 + 239,87 \cdot 2,5 + 407,47 \cdot 2,5 = 2\,832,41 \text{ GJ/rok}$$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 517,17 \cdot 1,3 + 239,87 \cdot 1,3 + 254,03 \cdot 2,5 = 1\,619,23 \text{ GJ/rok}$$

Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$2\,832,41 - 1\,619,23 = 1\,213,18 \text{ GJ/rok} = 336\,994,4 \text{ kWh/rok} = 336,99 \text{ MWh/rok} = \mathbf{42,83\%}$$

ZAŁĄCZNIK NR 1

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

WYMIANA OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE

Budynku użyteczności publicznej – Lubelskiego Urzędu
Celno-Skarbowego w Białej Podlaskiej



Adres budynków:

ul. Celników Polskich 23
21-500 Biała Podlaska

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

1. Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	2010
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Lublinie	1.4 Adres budynku	ul. Celników Polskich 23 21-500 Biała Podlaska
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA 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			
WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 01.12.2023 r.	
SPIS TREŚCI:			

SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia.....	40
2. Karta audytu oświetlenia budynku.....	42
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	43
Dokumentacja projektowa.....	43
Inne dokumenty	43
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	43
4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	44
Montaż paneli fotowoltaicznych	44
Wymiana oświetlenia na energooszczędne	47
5. Podsumowanie	48

2. Karta audytu oświetlenia budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OŚWIETLENIA BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 778,5	9 778,5
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	3 259,5	3 259,5
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
7.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,33	0,33
8.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
9.	Oświetlenie wewnętrzne	światłówkowe	energooszczędne
10.	Ilość źródeł światła	-	-
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Instalacja elektryczna oświetlenie [kW]	45,27	32,92
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [kWh/rok]	113185,77	70564,00
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [GJ/rok]	407,47	254,03
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]	0,65	0,65
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU			
Planowana suma kredytu [zł]	1106375,30	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	37,66
Planowane koszty całkowite	1301618,00	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	32 546,49

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

Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja własna obiektu

Inne dokumenty

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii – Dz.U. nr 27, poz. 962
- 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
- 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 energii elektrycznej

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, a tym samym kosztów oświetlenia wbudowanego

4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Montaż paneli fotowoltaicznych

Panele fotowoltaiczne zamieniają energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Uzyskaną energię elektryczną można zużywać na bieżąco albo sprzedawać – w zależności od rodzaju instalacji. Panele zapewniają ponad 25 lat bezobsługowej pracy, wytwarzając każdego dnia prąd. W skład systemu wchodzi paneli fotowoltaicznych, odbiornik generowanej energii oraz urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Zasada działania ogniw opiera się na fotonach (minimalnych jednostkach światła), które padają na ogniwo fotowoltaiczne i są pochłaniane przez krzem, jednocześnie wybijając elektron ze swojej pozycji i „zmuszając” go do ruchu. Opisany ruch to przepływ prądu elektrycznego. Dzięki zastosowaniu odpowiednich złączy półprzewodnikowych możliwe jest połączenie tego procesu z obiegiem elektronów w sieci energetycznej. Ogniwa fotowoltaiczne zamieniają energię słoneczną w energię elektryczną.

Panele dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, który przy wykorzystaniu inwertera zostaje przekształcony na prąd zmienny o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

Założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynków, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

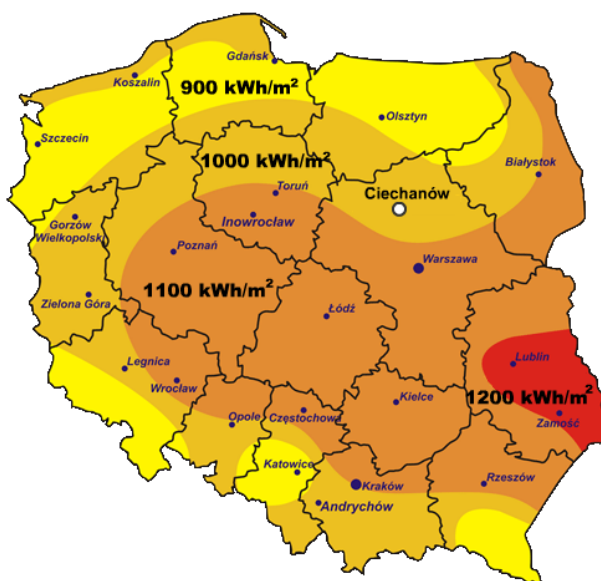
Wymiary paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem odległości pomiędzy nimi wynoszą około 1 721 mm x 1016 mm = 1,75 m²/szt.

50 szt. paneli fotowoltaicznych zajmie powierzchnię 87,5m², do tego należy dodać niezbędne dojścia do poszczególnych paneli.

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej policzono za pomocą poniższego wzoru:

$$E_{rzeczywista} [kWh] = \frac{\text{Nasłonecznienie} \left[\frac{kWh}{m^2} \right] \cdot \text{wspKor} \cdot \text{moc modułów [kW]} \cdot WW}{\text{Nat.prom (STC)} 1 \left[\frac{kW}{m^2} \right]}$$

Nasłonecznienie – nasłonecznienie na powierzchnię poziomą, odczytane z map nasłonecznienia, wynosi 1100 kWh/m²



wspKor – współczynnik korekcyjny, pozwalający na przeliczenie danych o nasłonecznieniu na pochyloną powierzchnię modułów fotowoltaicznych z danych o nasłonecznieniu, przyjęto 1,0

moc modułów – moc nominalna generatora PV wyznaczona w warunkach STC, przyjęto 17,5 kWp

Nat. prom. (STC) – natężenie promieniowania słonecznego, przy którym testowane są moduły fotowoltaiczne 1 100 W/m² (1,0 kW/m²)

WW – współczynnik wydajności, wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej, obliczany jako 100% - poziom wszystkich strat. Wydajność przyjęto na poziomie 38,70%

$$E = \frac{1100 \cdot 1,0 \cdot 17,5 \cdot 0,387}{1} = 7\,449,8 \text{ kWh}$$

Lp.	Opis wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Energia elektryczna uzyskana z paneli fotowoltaicznych [kW]	-	17,5
2.	Opłata za 1kWh energii elektrycznej	0,65	0,65
3.	Roczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych [kWh/rok]	-	7 449,8
4.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	4 842,34

Koszt montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku: 100 000 zł brutto.

W obiekcie założono także montaż systemu zarządzania energią - **BMS**. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii elektrycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku.

W przypadku oświetlenia dotyczy ono wykonania szeregu czujników, wykrywających obecność pracownika w miejscu pracy oraz natężenie światła i możliwość wykorzystania światła dziennego w oświetleniu pomieszczeń.

System powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

W ramach modernizacji założono również wymianę systemu oświetlenia na energooszczędne. Zakłada się całkowitą modernizację oświetlenia w budynku – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia w obiekcie. Natężenie oświetlenia po termomodernizacji należy dostosować do aktualnie obowiązujących norm dla budynków użyteczności publicznej z maksymalnym wykorzystaniem światła dziennego. Przed modernizacją systemu oświetlenia zaleca się wykonanie pomiarów natężenia oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach z dostosowaniem systemu do warunków i usytuowania stanowisk pracy.

Wymiana oświetlenia na energooszczędne

W budynku założono wymianę całego oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne.

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	45,27	32,92
2.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia F_c	1	0,95
3.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t_D [h]	1000	1000
4.	Czas użytkowania oświetlenia w nocy, t_N [h]	1500	1500
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F_o	1	0,95
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F_D	1	0,95
7.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	113185,77	70564,00
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	73570,75	45866,60
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		42621,77
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		27704,15
11.	Koszt usprawnienia [zł brutto]*	-	1 201 618,00
12.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	43,37

*w koszt usprawnienia wliczono koszt opraw i źródeł światła, wykonania niezbędnych prac dodatkowych, związanych z wymianą elektryki w celu wymiany opraw i źródeł światła.

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na moc elektryczną, kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 43 lat.

Oszczędność energii końcowej (zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową z sieci) wynosi **37,66%**.

5. Podsumowanie

W audycie efektywności energetycznej założono następujące usprawnienia:

- wymiana oświetlenia budynku na energooszczędne wraz z wymianą elektryki w niezbędnym zakresie oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS) – **1 201 618,00 zł**
- montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii - **100 000,00 zł**

Całkowity koszt przedsięwzięcia wynosi 1 301 618,00 zł. Uzyskana oszczędność kosztów wynosi 32 546,49 zł.

Przed montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku należy wykonać ekspertyzę techniczną, dotyczącą możliwości obciążenia dachu instalacją i ew. wzmocnić konstrukcję przed montażem paneli. Usytuowanie paneli na dachu określa Wykonawca, biorąc pod uwagę możliwości techniczne oraz ułożenie kominów i innych elementów dachu. Zaleca się montaż paneli od strony południowo-wschodniej, południowej i południowo-zachodniej.

UWAGA: z uwagi na dofinansowanie projektu oraz brak możliwości odsprzedaży energii elektrycznej do sieci, należy założyć wykonanie tzw. blokera wypływu energii do sieci.