



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.



AUDYT ENERGETYCZNY

Caritas Gdańsk

Adres budynku	miejsowość: Gdańsk ulica: Fromborska 24 kod: 80-389 Gdańsk powiat: Gdańsk województwo: pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: Dariusz Koc tytuł zawodowy: mgr inż.

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Z blozków betonowych ze stropami żelbetu	Z blozków betonowych ze stropami żelbetu
2.	Liczba kondygnacji	5	5
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	14 525,10	14 525,10
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	5 360,70	5 360,70
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze [m ²]	4 994,36	4 994,36
7.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	0%	0%
8.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
9.	Liczba osób użytkujących budynek	130	130
10.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	węzeł ciepłowniczy	pompa ciepła powietrze-woda z buforem ciepła oraz kolektorami słonecznymi
11.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł ciepłowniczy	węzeł ciepłowniczy
12.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,37	0,37
13.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody W/(m²·K) budowlane		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna	1,380	0,161
2.	Ściana w gruncie	0,676	0,136
3.	Podłoga na gruncie	0,348	0,118
4.	Okna zewnętrzne	2,600	0,900
5.	Okna zewnętrzne w dachu	2,600	0,900
6.	Dach	1,714	0,087
7.	Drzwi zewnętrzne	2,600	1,300
8.	Brama garażowa	2,000	1,300
9.	Strop międzykondygnacyjny	1,754	1,754
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g} =$	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłu $\eta_{H,d} =$	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e} =$	0,82	0,88
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{H,s} =$	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia $w_t =$	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d =$	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g} =$	0,99	2,60
2.	Sprawność przesyłu $\eta_{W,d} =$	0,50	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{W,e} =$	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{W,s} =$	1,00	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	mechaniczna tylko na I piętrze/naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka, kominy wentylacyjne	stolarka, kominy wentylacyjne, wentylacja
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	9 005,56	9 005,56
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,62	0,62

6. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	340,40	174,89
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	206,31	206,31
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	2 757,50	1 144,38
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	4 017,69	1 456,58
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	2 603,91	744,69
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-
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)]	153,37	63,65
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² ·rok)]	223,46	81,01
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	0,00	47,10
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾	[zł/GJ]	88,48	88,48
	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾	[zł/(MW m-c)]	15 870,98	15 870,98
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾	[zł/m ³]	b.d.	b.d.
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾	[zł/(MW m-c)]	b.d.	b.d.
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	[zł/(m ² m-c)]	6,53	2,52
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	0,00	13,35
7.	Inne	[zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową	[kWh/(m ² ·rok)]	434,40	170,30
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	[kWh/(m ² ·rok)]	358,60	268,90
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	[%]	60,80%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[GJ/rok]	4 748,44	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	[toe/rok]	113,41	
6.	Uniknięta emisja CO ₂	[t CO ₂ /rok]	263,25	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii	[zł/rok]	420 141,77	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji	[kW] ⁴⁾	50,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2	[zł]	netto	brutto
			8 763 250,47	10 778 798,08
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii	[zł] ⁴⁾	netto	brutto
			225 000,00	276 750,00
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⁾	2,50%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE:		[TAK/NIE] ⁵⁾	
5.	Wysokość grantu OZE [zł]		138 375,00	
6.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾	[zł] ^{*)}	-	

9. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
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. [kWh/(m ² ·rok)] – Prawo budowlane	125
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ 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] ^{8)**}	-
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾		
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ 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⁾	
2.	Wysokość premii MZG [zł]	-
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***}	-
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-
11. Inne		
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE-/ NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2.	Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁷⁾ , 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 ustawy ¹⁰⁾	
<p>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.</p> <p>²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>⁴⁾ Jeśli dotyczy.</p> <p>⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>⁷⁾ Niepotrzebne skreślić.</p> <p>⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>⁹⁾ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>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.</p> <p>[*]) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>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.</p> <p>^{**)} 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>^{***)} 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p>		

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Projekt konstrukcyjny, dokumentacja fotograficzna

3.2. Inne dokumenty

3.3. Osoby udzielające informacji

- obsługa techniczna obiektu

3.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- analiza optymalizacji zużycia energii w budynku
- dokonanie analizy ekonomicznej opłacalności realizacji działań w zakresie termomodernizacji

3.5. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- nie określono

3.6. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. Nr 223, poz.1459. z późn. zm.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17.03.2009r. z późn. zm.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjne z dnia 03.09.2015r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 – „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późn. zm.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
7. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.
8. Polska Norma PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
9. Polska Norma PN- EN ISO 13790:2008 – „Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia ”
10. Program komputerowy „Audyt OZ 7.0 Pro” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
11. Rozmowa z pracownikami placówki.

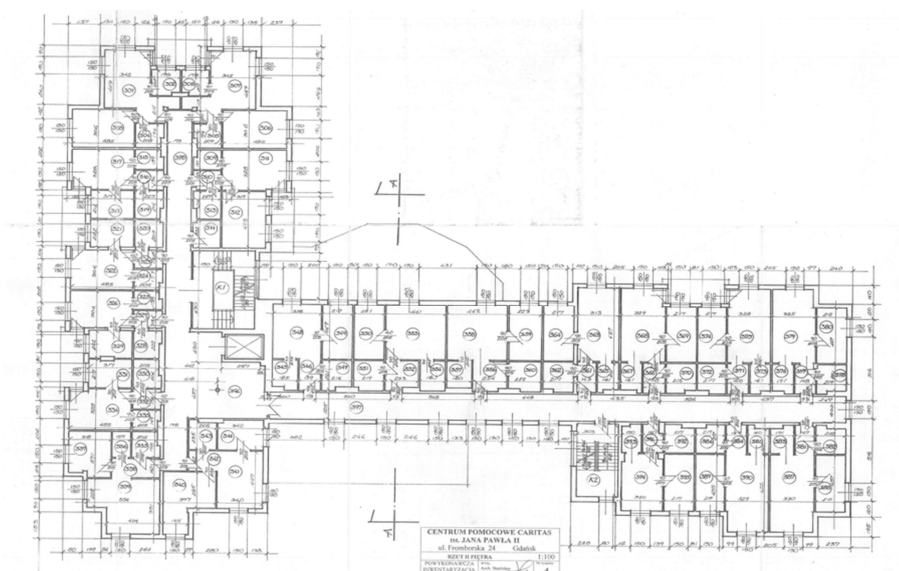
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Zamieszaknia zbiorowego		
Własność	prywatna	spółdzielcza	publiczna X
Przeznaczenie budynku	rekreacja	oświatowy	inny
Adres	ul. Fromborska 24, 80-389 Gdańsk		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	zabudowa bliźniacza	zabudowa pierzejowa	

Rok budowy	1999			Rok zasiedlenia	-		
Technologia budynku				RWB	BSK	RWP-75	
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
inna, jaka: z blozków betonowych							
1.	Powierzchnia zabudowy [m ²]	1 127,21	7.	Liczba kondygnacji nadziemnych	4		
2.	Kubatura budynku [m ³]	14 525,80	8.	Liczba kondygnacji podziemnych	1		
3.	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	14 525,80	9.	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7		
4.	Powierzchnia użytkowa [m ²]	5 360,70	10.	Liczba użytkowników	130		
5.	Powierzchnia ogrzewanej części budynku [m ²]	4 994,36					
6.	Budynek podpiwniczony	tak					

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek zamieszkania zbiorowego o trzech kondygnacjach z piwnicą oraz poddaszem. Budynek jest wielofunkcyjny i składa się z zespołu wejściowo rekreacyjnego z pomieszczeniami pobytu dziennego, jadalni z zespołem pomieszczeń kuchennych, pomieszczenia administracyjnego, kaplicy, części pobytu stałego, sal rehabilitacji z pomieszczeniami sanitarnymi oraz z pomieszczeń techniczno-magazynowych. Konstrukcje budynku stanowią bloczki betonowe oraz stropy z żelbetu. Ściany wewnętrzne o grubości 25 cm i 12 cm wykonane są z cegły. Dach wykonano z konstrukcji drewnianej krokwiowo płatwiowej o nachyleniu 30° ocieplony wełną mineralną o grubości 12cm, jednakże z powodu osunięcia się wełny, nie spełnia ona swojego zadania jako materiał termoizolacyjny.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _k W/(m ² ·K)
1.	Ściany zewnętrzne	2 224,02	2 224,02	1,380
2.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	579,08	90,98	0,676
3.	Podłoga na gruncie	1 135,36	258,03	0,348
4.	Okna zewnętrzne	419,03	419,03	2,600
5.	Okna zewnętrzne w dachu	69,72	69,72	2,600
6.	Dach	1 470,08	1 470,08	1,714
7.	Strop	4 663,65	4 663,65	1,754
8.	Drzwi zewnętrzne	30,32	30,32	2,600
9.	Brama garażowa	6,51	6,51	2,000

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 340,40
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW] b.d.
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 2 757,50
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a] 52,73
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S [GJ] 4 017,69
6.	Taryfa opłat (bez VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	PLN/MW 15 870,98
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	PLN/GJ 88,48
	opłata abonamentowa miesięcznie	PLN 0,00

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	CWU oraz CO zasilana z miejskiej sieci ciepłowniczej. Głównym źródłem ciepła jest węzeł ciepłowniczy. Brak zasobnika buforowego.
2.	Obliczeniowe parametry pracy instalacji	75/50 °C
3.	Przewody w instalacji	przewody CO z niezaizolowanymi pionami
4.	Rodzaje grzejników	plytowe
5.	Ostonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	występują w 50%
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	η_g 0,93 η_d 0,90 η_e 0,82 η_s 1,00 $\eta_{co} = 0,69$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji	brak danych

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Węzeł ciepłowniczy
2.	Piony i ich izolacja	Brak izolacji pionów ciepłej wody użytkowej
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	b.d.
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	b.d.

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	9 005,56

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła jest węzeł ciepłowniczy, należący do GPECu. Węzeł jest dwufunkcyjny, zasilający CO i CWU. Posiada wymiennik płytowy. Przewody są zaizolowane, zawory w dobrym stanie. Źródło ciepła zlokalizowane jest w wydzielonym nieogrzewanym pomieszczeniu w piwnicy. Stan ogólny węzła cieplnego jest bardzo dobry.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Elementy konstrukcji monolitycznej budynku. Ściany zewnętrzne nieocieplane. Dach stromy wielospadowy o nachyleniu połaci dachu 30%. Stolarka okienna i drzwiowa wykonana z materiału PCV. Na poddaszu w części pokoi- okna dachowe.

5.2. System grzewczy

Źródłem ciepła jest dwufunkcyjny węzeł ciepłowniczy o parametrach 75/50°C, znajdujący się w nieogrzewanym pomieszczeniu. Ciepło dostarczane z sieci ciepłowniczej. Przewody są izolowane. Grzejniki płytowe z rozdzielaniem dolnym, w 50% z zaworami termostatycznymi.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej z dwufunkcyjnym wymiennikiem ciepła. Ciepło dostarczone z sieci ciepłowniczej. Instalacja centralnej wody ciepłej z cyrkulacją w układzie jednostrefowym z rozdzielaniem dolnym. Piony nieizolowane.

5.4. System wentylacji

Wentylacja naturalna

6. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości realizacji usprawnień

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p>Przegrody zewnętrzne mają zadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U $W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Ściana zewnętrzna $U = 1,380 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Dach $U = 1,714 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Ściany zewnętrzne: możliwość docieplenia materiałem termoizolacyjnym np. styropianem EPS o współczynniku przewodzenia ciepła $0,040 \text{ W}/mK$, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021.</p> <p>Dach: możliwość docieplenia materiałem termoizolacyjnym np. wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $0,032 \text{ W}/mK$, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021. Konieczność wymiany poszycia dachowego.</p>
2.	<p>Przegrody wewnętrzne w dobrym stanie, nie wymagają docieplenia</p>	<p>Nie przewiduje się ocieplenia przegród wewnętrznych.</p>
3.	<p>Okna w ścianie zewnętrznej oraz świetliki w złym stanie technicznym.</p> <p>Okna zewnętrzne $U = 2,600 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Okna zewnętrzne w dachu $U = 2,600 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Możliwość wymiany okien zewnętrznych, o niezadawalającym współczynniku U, na okna szczelne spełniające wymagania Warunków Technicznych 2021 [$U = 0,9 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$]. Zmniejszenie zysków ciepła latem poprzez zamontowanie rolet zewnętrznych w oknach połaciowych. Okna powinny zostać zamontowane w technologii ciepłego montażu.</p>
4.	<p>System grzewczy</p> <p>Źródłem ciepła jest dwufunkcyjny węzeł ciepłowniczy o parametrach $75/50^\circ C$, znajdujący się w niegrzewanym pomieszczeniu. Ciepło dostarczane z sieci ciepłowniczej. Przewody są izolowane. Grzejniki płytowe z rozdzielaniem dolnym, w 50% z zaworami termostatycznymi.</p>	<p>Możliwość wymiany zaworów termostatycznych (możliwość obsługi zaworów z BMS), wymiana pionów c.o., optymalizacja ilości i powierzchni grzejników z uwzględnieniem zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło, docieplenie pionów c.o., analiza wymiany źródła ciepła na gruntową pompę ciepła o sprawności $SCOP = 3,5$ wraz z montażem sufitów grzewczo- chłodzących.</p>
5.	<p>System przygotowania ciepłej wody użytkowej</p> <p>Instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej z dwufunkcyjnym wymiennikiem ciepła. Ciepło dostarczone z sieci ciepłowniczej. Instalacja centralnej wody ciepłej z cyrkulacją w układzie jednostrefowym z rozdzielaniem dolnym. Piony nieizolowane.</p>	<p>Możliwość izolacji pionów ciepłej wody użytkowej lub wymiana źródła ciepła na powietrzną lub gruntową pompę ciepła. Montaż kolektorów słonecznych.</p>
6.	<p>System klimatyzacji</p> <p>Brak systemu klimatyzacji</p>	<p>Możliwość montażu systemu VRF o sprawności 4,1 jako system klimatyzacji na poddaszu pomieszczeniu ZOL.</p>
7.	<p>System BMS</p> <p>Brak systemu BMS</p>	<p>Możliwość zastosowania systemu BMS odpowiadającego za sterowanie systemem ogrzewania, wentylacji (I piętro) oraz klimatyzacji (pomieszczenie ZOL, poddasze). Opis wymagań dla systemu BMS zamieszczono w załączniku 5.</p>
8.	<p>Oświetlenie</p> <p>W budynku występuje oświetlenie w postaci świetlówek</p>	<p>Możliwość wymiany oświetlenia na oświetlenie LED. Analiza wymiany oświetlenia została przedstawiona w załączniku 9.</p>
9.	<p>Fotowoltaika</p> <p>Brak systemu fotowoltaicznego</p>	<p>Możliwość montażu systemu fotowoltaicznego o mocy 50 kWp. Analiza montażu systemu została przedstawiona w załączniku 8.</p>

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Poprawa sprawności systemu ogrzewania	Wymiana zaworów termostatycznych, docieplenie pionów, optymalizacja liczby i powierzchni grzejników
2	Poprawa sprawności systemu ciepłej wody użytkowej	Izolacja termiczna rurociągów rozpraszających ciepłą wodę użytkową, utworzenie dodatkowego węzła cieplnego umożliwiającego zarządzanie ciepłem przez administratora budynku, analiza zastosowania kolektorów słonecznych, analiza zastosowania pompy ciepła
3	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych materiałem termoizolacyjnym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,040 W/mK, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021
4	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez dach	Docieplenie dachu materiałem termoizolacyjnym, o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021 wraz z wymianą poszycia dachowego
5	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany w gruncie	Docieplenie ścian w gruncie materiałem termoizolacyjnym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,040 W/mK, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021
6	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez podłogę na gruncie	Docieplenie podłogi na gruncie materiałem termoizolacyjnym o współczynniku przewodzenia ciepła 0,040 W/mK, o grubości izolacji spełniającej wymagania Warunków Technicznych 2021
7	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna zewnętrzne	Wymiana okien zewnętrznych na okna szczelne, trójszybowe spełniające wymagania Warunków Technicznych 2021 [U=0,9 W/(m ² ·K)]. Okna zamontować w technologii ciepłego montażu.
8	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie okna dachowe	Wymiana okien zewnętrznych dachowych na okna szczelne, trójszybowe spełniające wymagania Warunków Technicznych 2021 [U=0,9 W/(m ² ·K)]. Montaż rolet zewnętrznych.
9	Zmniejszenie strat ciepła przez wentylację	Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła na I piętrze
10	Zmniejszenie strat ciepła przez drzwi zewnętrzne	Montaż szklanego wiatrołapu z ramą aluminiową drzwi wejściowych budynku
11	Zmniejszenie strat ciepła przez bramę garażową	Wymiana bramy garażowej na bramę o współczynniku przenikania ciepła równym 1,1W/(m ² ·K)

Uwaga:

1. Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, w odpowiednich specjalizacjach, które stanowią będą podstawę do realizacji i odbioru wykonania robót.

2. Realizacja robót budowlanych i instalacyjnych powinna być powierzona wyspecjalizowanym w wymaganych zakresach firmom budowlanym, a w trakcie realizacji robót należy zapewnić odpowiedni nadzór.

3. Odbiory wszystkich zrealizowanych prac powinny przebiegać zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa, norm i dobrych praktyk.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		Stan istniejący	Stan po modernizacji	jedn.
t_{wo}	temp. w pomieszczeniach	20,0	20,0	$^{\circ}C$
t_{wo}	temp. w pomieszczeniu- garaż	5,0	5,0	$^{\circ}C$
	t_{zo}	-16,0	-16,0	$^{\circ}C$
S_d^*	liczba stopniodni	3 430,30	3 430,30	dzień·K/rok
S_d^*	liczba stopniodni	2 194,30	2 194,30	dzień·K/rok
O_{0m}, O_{1m}	opłata stała za moc	15 870,98	15 870,98	PLN/(MW·mc)
O_{0z}, O_{1z}	opłata stała na ciepło	88,48	88,48	PLN/GJ
A_{b0}, A_{b1}	opłata abonamentowa	0	0	PLN/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Gdańsk

7.2.1. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 2\,757,50$ GJ/a $w_{to} = 1,00$ $w_{do} = 1,00$ 1,00

Modernizacja instalacji systemu centralnego ogrzewania w zakresie:

- płukanie chemiczne
- wymiana zaworów termostatycznych (możliwość obsługi zaworów z BMS)
- wymiana pionów c.o. wraz z dociepleniem
- równoważenie hydrauliczne

Wariant nr I obejmuje modernizację instalacji c.o. całego budynku- wymiana zaworów termostatycznych, docieplenie pionów, optymalizacja liczby i powierzchni grzejników.

Wariant nr II obejmuje wymianę źródła ciepła na pompę ciepła gruntową i montaż sufitów grzewczo-chłodzących.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Stan istniejący	Wariant I	Wariant II
1.	wytwarzanie ciepła	0,93	0,93	3,50
2.	przesyłanie ciepła	0,90	0,96	0,96
3.	regulacja systemu ogrzewania	0,82	0,93	0,93
4.	wykorzystanie ciepła	1,00	1,00	1,00
5.	sprawność całkowita systemu	0,69	0,83	3,12
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00	1,00
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00	1,00

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Wariant I	Wariant II
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	340,40	340,40	340,40
2.	Zapotrzebowanie użytkowe na c.o.	[GJ/rok]	2757,50	2757,50	2757,50
3.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,69	0,83	3,12
4.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00	1,00
6.	Zapotrzebowanie końcowe na c.o.	[GJ/rok]	4 017,69	3 321,07	882,46
7.	Opłata stała za moc	PLN/ (MW·m-c)	15 870,98	15 870,98	8 240,00
8.	Opłata na ciepło	PLN/GJ	88,48	88,48	152,72
9.	Opłata abonamentowa	PLN/m-c	0,00	0,00	13,35
10.	Całkowity koszt energii	PLN/a	420 314,82	358 678,30	168 589,67
11.	Oszczędność kosztów ΔQ_r	PLN/a		61 636,52	251 725,15
12.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		1 201 775,00	10 246 466,67
13.	SPBT	lata		19,50	40,70

Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych

Koszty modernizacji instalacji c.o. budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i prac towarzyszących.

Wariant I	KOSZT: 1 201 775,00	PLN	SPBT: 19,50	lat
------------------	----------------------------	------------	--------------------	------------

7.2.2. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu chłodzenia

Dane: $Q_{oco} = 12,00$ GJ/a $w_{t0} = -$ $w_{d0} = 1,00$

Wariant nr I obejmuje montaż systemu VRF na poddaszu i w pomieszczeniu ZOL

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem systemu VRF.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Stan istniejący	Wariant I
1.	wytwarzanie ciepła	-	3,40
2.	przesyłanie ciepła	-	0,96
3.	regulacja systemu ogrzewania	-	0,96
4.	wykorzystanie ciepła	-	1,00
5.	sprawność całkowita systemu	-	3,13
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	1,00
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	1,00

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Wariant I
1.	Obliczeniowa moc chłodnicza	[kW]	-	35,00
2.	Zapotrzebowanie użytkowe na chłodzenie	[GJ/rok]	-	5,05
3.	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	-	3,13
4.	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	-	1,00
5.	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	-	1,00
6.	Zapotrzebowanie końcowe na c.o.	[GJ/rok]	-	1,61
7.	Opłata stała za moc	PLN/ (MW·m-c)	-	8 240,00
8.	Opłata na ciepło	PLN/GJ	-	152,72
9.	Opłata abonamentowa	PLN/m-c	-	13,35
10.	Całkowity koszt energii	PLN/a	-	3 867,32
12.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	PLN		330 000,00
13.	SPBT	lata		-

Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych

Koszty modernizacji instalacji klimatyzacji budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i prac towarzyszących.

7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzania powietrza wentylacyjnego

W audycie proponuje się zastosowanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła o sprawności 75% na I piętrze. Świeże powietrze do pomieszczeń dostarczane będzie poprzez system nawiewno-wywiewny. Rozprowadzane zostanie osobnymi układami z poszczególnych mniejszych central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła, za pomocą kanałów nawiewnych zakończonych nawiewnikami do pomieszczeń. Ostateczną koncepcję układu systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, rozdziału powietrza i parametrów technicznych pozostawia się projektantowi.

W tabeli poniżej wyszczególniono nakłady na modernizację wentylacji z zastosowaniem w wydzielonych strefach wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła. Zaleca się także opomiarowanie zużycia energii elektrycznej przez instalację.

Koszt wykonania wentylacji mechanicznej nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła w budynku wyniesie około 1141604 zł.

Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu wentylacyjnego

Wykaz danych dla wentylacji przed termomodernizacją			Jednostka
O_{0z}	cena 1 GJ energii do podgrzania powietrza wentylacyjnego	88,48	[zł/GJ]
O_{0m}	cena 1 MW mocy zamówionej do podgrzania powietrza wentylacyjnego	15 870,98	[zł/MW·m-c]
Q_{0went}	roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania powietrza wentylacyjnego	1 158,84	[GJ]
q_{0went}	roczne zapotrzebowanie na moc do ogrzania powietrza wentylacyjnego	312,80	[kW]
O_{rw0}	roczne koszty przypadające na podgrzew powietrza wentylacyjnego	162 107,27	[zł/rok]
Wykaz danych dla wentylacji po modernizacji			Jednostka
O_{0z}	cena 1 GJ energii do podgrzania powietrza wentylacyjnego	88,48	[zł/GJ]
O_{0m}	cena 1 MW mocy zamówionej do podgrzania powietrza wentylacyjnego	15 870,98	[zł/MW·m-c]
Q_{0went}	roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania powietrza wentylacyjnego	289,71	[GJ]
q_{0went}	roczne zapotrzebowanie na moc do ogrzania powietrza wentylacyjnego	78,20	[kW]
η_{tot}	sprawność wymiennika z odzyskiem ciepła	75,00	[%]
O_{rw1}	roczne koszty przypadające na podgrzew powietrza wentylacyjnego	40 526,82	[zł/rok]

Według powyższego opisu oszczędności po modernizacji wyniosą:

$\Delta Q_{rcw} =$	121 580,45	zł/rok
$N_{cw} =$	1 141 604,00	zł/rok
$SPBT =$	9,39	lat

7.2.4. Ocena i wybór przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej						
<p>Wariant nr I obejmuje wymianę źródła c.w.u. na pompę ciepła powietrze-woda o sprawności równej 2,6 i mocy 206,3 kW wraz z buforem ciepłej wody użytkowej o pojemności 8000 l, utworzenie dodatkowego węzła cieplnego umożliwiającego zarządzanie ciepłem przez administratora budynku, montaż kolektorów słonecznych o powierzchni czynnej absorbera równej 180 m², izolacja pionów ciepłej wody i cyrkulacji</p> <p>Wariant nr II obejmuje wymianę źródła ciepła na gruntową pompę ciepła o sprawności równej 3,5 i mocy 206,3 kW z buforem ciepłej wody użytkowej o pojemności 8000 l</p> <p>Wariant nr III obejmuje montaż kolektorów słonecznych o powierzchni czynnej absorbera równej 180 m² oraz bufora ciepłej wody użytkowej o pojemności 8000 l</p>						
Lp.	Parametr	Jedn.	Stan istniejący	Wariant I	Wariant II	Wariant III
1.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	kW	206,31	206,31	206,31	206,31
2.	Zapotrzebowanie użytkowe na c.w.u.	GJ/a	1 288,93	1 288,93	1 288,93	1 288,93
3.	Sprawność wytwarzania	-	0,99	2,60	3,50	0,99
4.	Sprawność przesyłu	-	0,50	0,60	0,60	0,50
5.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Sprawność akumulacji	-	1,00	0,85	0,85	0,85
7.	Sprawność systemu	-	0,50	1,33	1,79	0,42
8.	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	GJ/a	2603,91	744,69	722,09	2376,55
9.	Opłata stała za moc	PLN/ (MW·m-c)	15 870,98	8 240,00	8 240,00	0
10.	Opłata za ciepło	PLN/GJ	88,48	152,72	152,72	0
11.	Opłata abonamentowa	PLN/m-c	0	13,35	13,35	0
12.	Całkowity koszt energii	PLN/a	269 686	134 143	116 121	0
13.	Oszczędność kosztów	PLN/a		135 542	153 564	-
14.	Koszt modernizacji	PLN		1 148 387	2 266 255	584 609
15.	SPBT	lata		8,47	14,76	20,61
Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych						
Koszty modernizacji instalacji c.w.u. budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i prac towarzyszących.						
Wariant	I	Koszt:	1 148 386,67 PLN	SPBT	8,47 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna		
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat		A =	2 224,02	m ²	
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A_{kosz} =	2 224,02	m ²	
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie z użyciem materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ 0,040 W/(m·K). Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,20$ W/(m²·K)</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2.	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,72	5,22	5,72	6,22
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	909,6	126,2	115,1	105,9
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,110	0,015	0,014	0,013
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	PLN/a		87 445	88 675	89 708
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/m ²		320,00	328,00	331,40
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	PLN		720 686,40	738 478,56	737 040,23
8.	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,24	8,33	8,22
9.	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,380	0,191	0,175	0,161
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.</p>						
Wybrany wariant : 3		Koszt: 737 040,23	PLN	SPBT: 8,22	lat	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda			
			Dach			
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	1 470,08	m ²		
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	1 470,08	m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie z użyciem materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/(m·K). Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku $U \leq 0,15$ W/(m ² ·K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1.	Grubość warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,25	0,30	0,35
2.	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,58	8,40	9,96	11,52
3.	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	746,8	51,9	43,8	37,8
4.	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,091	0,006	0,005	0,005
5.	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	PLN/a		77 560	78 468	79 131
6.	Cena jednostkowa usprawnienia	PLN/m ²		600,40	614,48	628,56
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	PLN		978 191,23	991 539,56	982 836,68
8.	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,61	12,64	12,42
9.	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,714	0,119	0,100	0,087
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji, w tym koszty usunięcia starej warstwy izolacyjnej, starego pokrycia dachowego oraz odtworzenie elementów paroizolacyjnych, przeciwwodnych i koszt montażu nowego poszycia dachowego, dostosowanego do rozmieszczenia nowej warstwy izolacyjnej. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.						
Wybrany wariant :		3	Koszt: 982 836,68	PLN	SPBT: 12,42	lat

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien					Przedsięwzięcie																							
					Okna zewnętrzne																							
<p>Dane: powierzchnia okien</p> $A_{ok} = 419,03 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \psi = 7\,579,15 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,20$ $V_{obl} = \psi * C_m$																												
<p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U: wariant 1: okna PVC $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ wariant 2: okna PVC, nawiewnik $U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ wariant 3: okna PVC $U = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Okna zamontować w technologii ciepłego montażu.</p>																												
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																								
				1	2	3																						
1	Współczynnik przenikania okien	U	W/(m ² ·K)	2,60	0,90	0,80	0,70																					
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,20	1,00	1,00	1,00																					
		Cm	-	1,30	1,00	1,00	1,00																					
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/rok	322,90	111,77	99,35	86,93																						
4	$2,94 * 10^{-5} * C_w * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/rok	1100,68	917,24	917,24	917,24																						
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/rok	1 423,58	1 029,01	1 016,59	1 004,17																						
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0392	0,0136	0,0121	0,0106																						
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,1206	0,0928	0,0928	0,0928																						
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,1598	0,1063	0,1048	0,1033																						
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		45 096,22	46 482,36	47 868,51																						
10	Koszt wymiany okien	N _{ok}	zł		836 739,00	962 448,00	1 088 157,00																					
11	Koszt modernizacji wentylacji	N _w	zł		0,00	0,00	0,00																					
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata			18,60	20,71	22,73																					
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg oferty lokalnych firm. Koszt modernizacji:</p> <table border="0"> <tr> <td>wariant 1: wymiana</td> <td>419,03</td> <td>m² okien</td> <td>1300</td> <td>PLN/m²=</td> <td>544 739,00</td> <td>PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 2: wymiana</td> <td>419,03</td> <td>m² okien</td> <td>1600</td> <td>PLN/m²=</td> <td>670 448,00</td> <td>PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 3: wymiana</td> <td>419,03</td> <td>m² okien</td> <td>1900</td> <td>PLN/m²=</td> <td>796 157,00</td> <td>PLN</td> </tr> </table>								wariant 1: wymiana	419,03	m ² okien	1300	PLN/m ² =	544 739,00	PLN	wariant 2: wymiana	419,03	m ² okien	1600	PLN/m ² =	670 448,00	PLN	wariant 3: wymiana	419,03	m ² okien	1900	PLN/m ² =	796 157,00	PLN
wariant 1: wymiana	419,03	m ² okien	1300	PLN/m ² =	544 739,00	PLN																						
wariant 2: wymiana	419,03	m ² okien	1600	PLN/m ² =	670 448,00	PLN																						
wariant 3: wymiana	419,03	m ² okien	1900	PLN/m ² =	796 157,00	PLN																						
Wybrany wariant:		1	Koszt:	836 739,00 PLN	SPBT=	18,60	lat																					

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie			
				Drzwi zewnętrzne			
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 30,32 \text{ m}^2$</p> <p>$V_{nom} = \psi = 538,90 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \psi * C_m$</p> <p>$C_w = 1,20$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje montaż szklanego wiatrolapu z ramą aluminiową drzwi zewnętrznych budynku. Równoważny efekt modernizacji da wykonanie zewnętrznego jak i wewnętrznego wiatrolapu.</p> <p>wariant 1: drzwi $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>wariant 2: drzwi, nawiewnik $U = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>wariant 3: drzwi $U = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>							
Lp.	Opis wariantów usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Wariant			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okien	U	W/(m ² ·K)	2,60	1,30	1,20	1,10
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,20	1,00	1,00	1,00
		Cm	-	1,30	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * Sd * A_{ok} * U$		GJ/rok	23,37	11,68	10,78	9,89
4	$2,94 * 10^{-5} * C_w * C_m * V_{nom} * Sd$		GJ/rok	78,26	65,22	65,22	65,22
5	$Q_{01}, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/rok	101,63	76,90	76,00	75,10
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$		MW	0,0028	0,0014	0,0013	0,0012
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0086	0,0066	0,0066	0,0066
8	$q_{01}, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,0114	0,0080	0,0079	0,0078
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_2 + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$		zł/rok		2 835,02	2 935,33	3 035,64
10	Koszt wymiany drzwi	N _{ok}	zł		90 972,00	118 263,60	121 296,00
11	Koszt modernizacji wentylacji	N _w	zł		0,00	0,00	0,00
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}		lata		32,10	40,29	39,96
<p>Podstawa przyjętych wartości N₀</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg oferty lokalnych firm. Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana 30,32 m² drzwi 3000 PLN/m²= 90 972,00 PLN</p> <p>wariant 2: wymiana 30,32 m² drzwi 3900 PLN/m²= 118 263,60 PLN</p> <p>wariant 3: wymiana 30,32 m² drzwi 4000 PLN/m²= 121 296,00 PLN</p>							
Wybrany wariant:		1	Koszt:	90 972,00 PLN	SPBT=	32,10 lat	

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien					Przedsięwzięcie		
					Drzwi garażowe		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 6,51 \text{ m}^2$</p> <p>$V_{nom} = \psi = 300,00 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \psi * C_m$</p> <p>$C_w = 1,20$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje montaż szklanego wiatrołapu z ramą aluminiową drzwi zewnętrznych budynku</p> <p>wariant 1: drzwi $U = 1,30$ $W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>wariant 2: drzwi, nawiewnik $U = 1,20$ $W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>wariant 3: drzwi $U = 1,10$ $W/(m^2 \cdot K)$</p>							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okien	U	$W/(m^2 \cdot K)$	2,60	1,30	1,20	1,10
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,20	1,00	1,00	1,00
		Cm	-	1,30	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * Sd * A_{ok} * U$		GJ/rok	3,21	1,60	1,48	1,36
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$		GJ/rok	27,87	23,22	23,22	23,22
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/rok	31,08	24,83	24,70	24,58
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$		MW	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0028	0,0021	0,0021	0,0021
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,0031	0,0023	0,0023	0,0023
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$		zł/rok		709,06	722,57	736,09
10	Koszt wymiany drzwi	N_{ok}	zł		26 022,40	26 998,24	27 974,08
11	Koszt modernizacji wentylacji	N_w	zł		0,00	0,00	0,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$		lata		36,70	37,36	38,00
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² wg oferty lokalnych firm. Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana 6,51 m² drzwi 4000 PLN/m²= 26 022,40 PLN</p> <p>wariant 2: wymiana 6,51 m² drzwi 4150 PLN/m²= 26 998,24 PLN</p> <p>wariant 3: wymiana 6,51 m² drzwi 4300 PLN/m²= 27 974,08 PLN</p>							
Wybrany wariant:		1	Koszt:	26 022,40 PLN	SPBT=	36,70 lat	

7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien					Przedsięwzięcie			
					Okna zewnętrzne połaciowe			
Dane: powierzchnia okien					$A_{ok} =$	69,72	m^2	
	$V_{nom} =$	$\Psi =$	887,95	m^3/h	$V_{obl} =$	$\Psi * C_m$		
	$C_w =$	1,20						
Opis wariantów usprawnienia								
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:								
	wariant 1: okna PVC	U=	1,10	$W/(m^2 \cdot K)$				
	wariant 2: okna PVC, nawiewnik	U=	1,00	$W/(m^2 \cdot K)$				
	wariant 3: okna PVC	U=	0,90	$W/(m^2 \cdot K)$				
Proponowane jest również, aby w oknach dachowych zastosować rolety lamelowe zewnętrzne, które pozwolą ograniczyć nagrzewanie się pomieszczeń na poddaszu.								
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3		
1	Współczynnik przenikania okien	U	$W/(m^2 \cdot K)$	2,60	1,10	1,00	0,90	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,20	1,00	1,00	1,00	
		C_m	-	1,30	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/rok	53,73	22,73	20,66	18,60		
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/rok	128,95	107,46	107,46	107,46		
5	$Q_{0r}, Q_{1r} = (3) + (4)$	GJ/rok	182,68	130,19	128,12	126,06		
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0065	0,0028	0,0025	0,0023		
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0141	0,0109	0,0109	0,0109		
8	$q_{0r}, q_{1r} = (6) + (7)$	MW	0,0207	0,0136	0,0134	0,0131		
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		5 982,08	6 212,72	6 443,35		
10	Koszt wymiany okien	N_{ok}	zł		175 636,00	224 440,00	238 384,00	
11	Koszt modernizacji wentylacji	N_w	zł		0,00	0,00	0,00	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$		lata		29,40	36,13	37,00	
Podstawa przyjętych wartości N_u								
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m ² wg oferty lokalnych firm. Koszt modernizacji:								
	wariant 1: wymiana	69,72	m^2 okien	1300	PLN/m ² =	90 636,00	PLN	
	wariant 2: wymiana	69,72	m^2 okien	2000	PLN/m ² =	139 440,00	PLN	
	wariant 3: wymiana	69,72	m^2 okien	2200	PLN/m ² =	153 384,00	PLN	
Wybrany wariant:		1	Koszt:	175 636,00	PLN	SPBT=	29,40 lat	

7.2.12. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, PLN	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja CO	1 201 775,00	19,50
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	737 040,23	8,22
3	Modernizacja CWU	2 266 255,00	8,47
4	Wentylacja	1 141 604,00	9,39
5	Docieplenie dachu	982 836,68	12,42
6	Docieplenie ściany w gruncie	1 148 386,67	18,34
7	Wymiana okien	836 739,00	18,60
8	Wymiana okien połaciowych	175 636,00	29,40
9	Wymiana drzwi zewnętrznych	175 636,00	32,10
10	Wymiana drzwi garażowych	26 022,40	36,70
11	Docieplenie podłogi na gruncie	71 319,49	46,58

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rodzaj obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Zakres	Nr wariantu										11	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Modernizacja CO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X
Docieplenie ścian zewnętrznych	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	
Modernizacja CWU	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Wentylacja	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Docieplenie dachu	X	X	X	X	X	X	X					
Docieplenie ściany w gruncie	X	X	X	X	X	X						
Wymiana okien	X	X	X	X	X							
Wymiana okien połaciowych	X	X	X	X								
Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X									
Wymiana drzwi garażowych	X	X										
Docieplenie podłogi na gruncie	X											

7.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_o = W_{d0} * Q_{oco} / \eta + Q_{ocw}$$

$$q_o = q_{oco} + q_{ocw}$$

$$O_{or} = Q_o * O_z + q_o * O_m * 12$$

$$Q_{i1} = w_{d1} * Q_{ico} / \eta_1 + Q_{icw}$$

$$q_i = q_{ico} + Q_{icw}$$

$$Q_{ir} = Q_{i1} * O_z + q_{i1} * O_m * 12$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

Numer wariantu	Sezonowe zapotrz. na ciepło	Zapotrz. na moc	Wsp. sprawn. i przerw w ogrzew.		Ciepło do podgrzania wody	Moc do podgrzania wody	Całkowite zapotrzeb. na ciepło	Całkowite zapotrz. na moc	Całkowite koszty energii	Roczna oszczędność kosztów energii	Planowane całkowite koszty robót
	Q_{oco}	q_{oco}	η_o	W_{d0}	Q_{ocw}	q_{ocw}	Q_o	q_o	O_{or}	ΔO_r	N
	Q_{ico}	q_{ico}	η_1	W_{d1}	Q_{icw}	q_{icw}	Q_1	q_1	O_{ir}		
	GJ	kW	-	-	GJ	kW	GJ	kW	PLN	PLN	PLN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
stan istn.	2 757,50	340,40	0,69	1,00	2 603,91	206,31	6 621,60	546,71	690 000,70		
1	1 144,38	174,89	0,79	1,00	744,69	206,31	2 201,27	381,20	267 368,23	422 632,47	8 763 250,47
2	1 156,27	175,92	0,79	1,00	744,69	206,31	2 216,40	382,23	268 903,10	421 097,60	8 691 930,98
3	1 156,47	175,93	0,79	1,00	744,69	206,31	2 216,66	382,24	268 928,01	421 072,69	8 665 908,58
4	1 164,45	176,65	0,79	1,00	744,69	206,31	2 226,81	382,96	269 963,21	420 037,49	8 490 272,58
5	1 183,18	178,83	0,79	1,00	744,69	206,31	2 250,65	385,14	272 487,76	417 512,95	8 314 636,58
6	1 429,38	205,96	0,79	1,00	744,69	206,31	2 564,02	412,27	305 381,69	384 619,01	7 477 897,58
7	1 449,40	207,12	0,79	1,00	744,69	206,31	2 589,50	413,43	307 857,08	382 143,62	6 329 510,91
8	1 730,22	237,90	0,79	1,00	744,69	206,31	2 946,93	444,21	345 344,60	344 656,11	5 346 674,23
9	1 884,04	246,36	0,79	1,00	744,69	206,31	3 142,71	452,67	364 278,43	325 722,27	4 205 070,23
10	1 884,04	246,36	0,79	1,00	2 603,91	206,31	5 001,93	452,67	528 782,22	161 218,49	1 938 815,23
11	2 757,50	340,40	0,79	1,00	2 603,91	206,31	6 113,68	546,71	645 059,94	44 940,76	1 201 775,00

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite netto	Roczne oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowane koszty całkowite brutto	Premia termomodernizacyjna	Grant termomodernizacyjny	SPBT
		PLN	PLN/ROK	$[(Q_0 - Q_1) / Q_0] * 100\%$	PLN	PLN	PLN	LAT
		3	4	5	6	7	8	9
1.	1	8 763 250,47	422 632,47	66,76	10 778 798,08	-	-	25,50
2.	2	8 691 930,98	421 097,60	66,53	10 691 075,10	-	-	25,39
3.	3	8 665 908,58	421 072,69	66,52	10 659 067,55	-	-	25,31
4.	4	8 490 272,58	420 037,49	66,37	10 443 035,27	-	-	24,86
5.	5	8 314 636,58	417 512,95	66,01	10 227 002,99	-	-	24,50
6.	6	7 477 897,58	384 619,01	61,28	9 197 814,02	-	-	23,91
7.	7	6 329 510,91	382 143,62	60,89	7 785 298,42	-	-	20,37
8.	8	5 346 674,23	344 656,11	55,50	6 576 409,30	-	-	19,08
9.	9	4 205 070,23	325 722,27	52,54	5 172 236,38	-	-	15,88
10.	10	1 938 815,23	161 218,49	24,46	2 384 742,73	-	-	14,79
11.	11	1 201 775,00	44 940,76	7,67	1 478 183,25	-	-	32,89

8. PROPOZYCJA OPTIMALNEGO WARIANTU I ZAKRESU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Jako optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.3. Wariant 1.

Wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację zasadnych z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia przedsięwzięć modernizacyjnych.

8.1. Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Wymiana zaworów termostatycznych instalacji c.o. (możliwość obsługi zaworów z BMS), wymiana grzejników z dostosowaniem ich liczby i powierzchni do nowego zmienionego zapotrzebowania na ciepło, wymiana pionów c.o., docieplenie pionów c.o., równoważenie hydrauliczne instalacji, płukanie chemiczne instalacji.
2. Montaż nowego źródła c.w.u., pompy ciepła powietrze-woda o sprawności równej 2,6 i mocy 206,3 kW wraz z buforem ciepłej wody użytkowej o pojemności 8000 l, utworzenie dodatkowego węzła cieplnego umożliwiającego zarządzanie ciepłem przez administratora budynku, montaż kolektorów słonecznych o powierzchni czynnej absorbera równej 180 m², izolacja pionów ciepłej wody i cyrkulacji.
3. Docieplenie dachu materiałem termoizolacyjnym o grubości 35 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/(m·K), wymiana poszycia dachowego.
4. Wymiana okien zewnętrznych na okna szczelne, trzyszybowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9$ W/(m²·K). Okna zamontować w technologii ciepłego montażu.
5. Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła o sprawności 75% na I piętrze.
6. Wymiana okien dachowych na okna szczelne, trzyszybowe o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1$ W/(m²·K) oraz montaż rolet lamelowych zewnętrznych.
7. Docieplenie ścian w gruncie materiałem termoizolacyjnym o grubości 18 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/(m·K).
8. Docieplenie ścian zewnętrznych materiałem termoizolacyjnym o grubości 22 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/(m·K).
9. Docieplenie podłogi na gruncie materiałem termoizolacyjnym o grubości 22 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/(m·K).
10. Montaż szklanego wiatrołapu z ramą aluminiową zewnątrz bądź wewnątrz wejścia głównego budynku o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3$ W/(m²·K).
11. Wymiana bramy garażowej na bramę o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3$ W/(m²·K).

Łączny koszt realizacji wskazanego wariantu termomodernizacyjnego wynosi: 10 778 798,08 PLN brutto

Zgodnie z metodyką ostateczny wybór wariantu powinien być dowolny oraz wynikać z możliwości finansowych, którymi dysponuje inwestor.

8.2. Dodatkowe modernizacje

1. Wymiana oświetlenia na oświetlenie LED	koszt:	563 143,51	PLN
2. Montaż systemu BMS	koszt:	977 895,69	PLN
3. Montaż ogniw fotowoltaicznych o mocy 50 kWp	koszt:	225 000,00	PLN
4. Montaż systemu VRF na poddaszu	koszt:	330 000,00	PLN

Łączny koszt realizacji wskazanego wariantu termomodernizacyjnego oraz dodatkowych modernizacji: 12 874 837,28 PLN brutto

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania właściciela obiektu powinny objąć:

1. Wykonanie w niezbędnym zakresie ekspertyz i analiz, które potwierdzą możliwość realizacji robót o zakresie wskazanym w niniejszym opracowaniu.
2. Dokonanie montażu finansowego w celu zapewnienia środków na realizację inwestycji.
3. Wykonanie projektów instalacyjnych związanych z realizacją prac.
4. Realizacja prac.
5. Ocenę efektów realizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli poprawności funkcjonowania zainstalowanych urządzeń .

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5 Wytyczne dotyczące wyposażenia budynku w system automatyki typu BMS
- Załącznik 6 Obliczenia efektu ekologicznego
- Załącznik 7 Wyniki obliczeń z programu Audytor OZC 7.0 Pro
- Załącznik 8 Koncepcja systemu fotowoltaicznego
- Załącznik 9 Audyt efektywności energetycznej- oświetlenie
- Załącznik 10 Obliczenie wskaźników energii pomocniczej i oświetlenia
- Załącznik 11 Obliczenia Uoze

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura pomieszczeń, m ³	Ilość wymian, 1/h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Pomieszc. użytkowe	14 525,10	0,62	9 005,56
Razem				9 005,56
Ogółem			ψ =	9 005,56

Załącznik nr 2

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 0,93$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_r = 0,82$$

4. Sprawność wykorzystania

$$\eta_e = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej		stan istniejący	po modernizacji	jednostka
1.	Zapotrzebowanie na c.w.u.	3,75	3,75	dm ³ / (m ² /dzień)
2.	Powierzchnia użytkowa	4 994,36	4 994,36	m ²
3.	Ciepło właściwe wody	4,19	4,19	kJ/(kg·K)
4.	Gęstość wody	1,0	1,0	kg/dm ³
5.	Obl. temp. czepalna	55	55	°C
6.	Obl. temp. przed podgrzaniem	10	10	°C
7.	Współczynnik kr	1,00	1,00	-
8.	Liczba dni	365	365	dni
9.	Sprawność całkowita	0,50	1,33	-
10.	Zapotrzebowanie użytkowe na c.w.u.	1288,93	1288,93	GJ/rok
11.	Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.	2603,91	744,69	GJ/rok
Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Jedn. zużycie c.w.u. V _{cw} =	95	95	l/os
2.	Liczba osób L=	130	130	os
3.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,686	0,686	m ³ /h
4.	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	2,842	2,842	-
5.	Zapotrzebowanie na ciepło	0,381	0,381	GJ/m ³
6.	Moc c.w.u.	206,31	206,31	kW

Obliczenie efektu ekologicznego**1. Obliczenie redukcji emisji CO₂**

Nośnik energii	Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok]	Ilość energii po modernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]	Wskaźnik emisji [kg CO ₂ /GJ]	Emisja przed modernizacją [MgCO ₂]	Emisja po modernizacji [MgCO ₂]	Końcowy efekt, redukcja emisji [MgCO ₂]
Ciepło sieciowe	6 621,60	2 201,27	4 420,33	55,44	367,10	122,04	245,06
Energia elektryczna	116,87	1 605,59	-1 488,72	196,67	22,98	315,77	-292,78

Uwaga:

1. Budynek będący przedmiotem niniejszego audytu przed i po modernizacji jest ogrzewany z sieci ciepłowniczej.
2. Ilość nośnika energii na potrzeby c.o. i c.w.u. przed i po modernizacji przyjęto na podstawie danych zamieszczonych w karcie audytu energetycznego.
3. Wskaźniki emisji przyjęto na podstawie informacji zawartych w "Wpływ na środowisko - zanieczyszczenia wyemitowane do powietrza ze źródeł przy wytworzeniu ciepła sprzedanego przez Veolia Energia Warszawa S.A. w 2021 roku".

Załącznik nr 4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 Pro

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
Stan istniejący	340,40	2757,50
1	174,89	1144,38
2	175,92	1156,27
3	175,93	1156,47
4	176,65	1164,45
5	178,83	1183,18
6	205,96	1429,38
7	207,12	1449,40
8	237,90	1730,22
9	246,36	1884,04
10	246,36	1884,04
11	340,40	2757,50

Załącznik nr 5

Wytyczne dotyczące wyposażenia budynku w system automatyki typu BMS

Zaleca się budowę centralnego systemu zarządzania energią w budynkach. System powinien posiadać co najmniej następujące funkcje:

- monitoringu oraz archiwizacji danych pochodzących z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, z możliwością zdalnego dostępu do danych przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej (dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia);
- definiowania i generowania raportów tabelatycznych i graficznych prezentujących dowolne dane pozyskane z bazy wewnętrznej systemu;
- zarządzania systemami energetycznymi i grzewczymi poprzez zdalną nastawę elementów regulacyjnych, sterowanie trybem pracy urządzeń, tworzenie harmonogramów pracy systemów instalacyjnych;
- analitycznej optymalizacji zużycia energii elektrycznej i ciepła, opartej na algorytmach zarządzania energią, zdolnych do automatycznego sterowania pracą systemów instalacyjnych i urządzeń budynku oraz reagowania w czasie rzeczywistym na zmianę warunków wewnętrznych i zewnętrznych środowiska i stanu budynku.

Szczegółowe funkcjonalności proponowanego systemu BMS to:

- odczyty, archiwizacja i nastawa wartości temperatury powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach;
- wczytywanie programów czasowych dla ww. pomieszczeń;
- wspólny zegar czasu rzeczywistego;
- przechowywanie i zabezpieczanie danych historycznych o zużyciu energii, poszczególnych nastawach i parametrach pracy instalacji i obserwacji zachowania się budynku i jego infrastruktury w przeszłości,
- tworzenie prognoz zapotrzebowania na energię,
- rozpoznawanie i sygnalizacja stanów alarmowych (przedawaryjnych i awarii, alarmów krytycznych i niekrytycznych) instalacji i urządzeń,
- możliwość wydruku danych i raportowania,
- centralny dostęp do parametrów pracy instalacji, programów czasowych, przechowywanych danych,
- przetwarzanie danych (wartości średnie, sumy, trendy, prognozy),
- optymalizacja pracy instalacji mająca na celu oszczędność energii,
- otwarty charakter systemu, powinien umożliwiać ciągłą rozbudowę w miarę wzrostu potrzeb obiektu,
- wszystkie otwarte magistrale komunikacyjne powinny posiadać nadmiarowe ilości routerów i kart komunikacyjnych na potrzeby przyszłej rozbudowy,
- możliwość ustanowienia różnych poziomów dostępu,
- możliwość wymiany danych między sterownikami, urządzeniami i centralną stacją roboczą,
- możliwość przedstawienia szczegółowych informacji o stanie urządzeń i wartościach nastaw parametrów,

- możliwość ustawiania zdalnych parametrów z poziomu panelu operatorskiego,
- możliwość kontrolowania, monitorowania, zarządzania zużyciem energii głównych przyłączy i obiegów instalacyjnych,
- możliwość ustawienia harmonogramów i nastaw
- monitorowanie i historia zdarzeń.

W zakresie instalacji elektrycznej:

- monitorowanie i archiwizacja wskazań liczników energii elektrycznej.

W zakresie instalacji c.o.:

- monitorowanie i archiwizacja wskazań ciepłomierzy,
- sterowanie i monitorowanie pracy pomp obiegowych,
- monitorowanie temperatury czynnika grzewczego w instalacji,
- monitorowanie temperatury na powrocie po stronie sieciowej,
- utrzymywanie zadanej temperatury powietrza w pomieszczeniach poprzez płynną regulację zaworami,
- sterowanie pracą regulatorów przepływu i ciśnienia.

W zakresie instalacji wodnej i kanalizacyjnej:

- monitorowanie i archiwizacja wskazań wodomierzy c.w.u., z.w.u.,
- sterowanie i monitorowanie pracy pomp cyrkulacyjnych,
- optymalizacja pracy układów cyrkulacyjnych.

System BMS musi być systemem otwartym, zapewniającym integrację podsystemów branżowych różnych producentów, przez obsługę otwartych standardów komunikacji budynkowej, w szczególności: BACnet IP, BACnet MS/TP, LonWorks FTT-10, Modbus RTU/TCP, SNMP oraz MBus.

2. Elementy składowe proponowanego systemu BMS

Elementami tworzącymi proponowany system BMS (rozbudowany o moduł optymalizacji zużycia energii) są:

1) serwer automatyki:

- informatyczna warstwa analityczna (oprogramowanie komputerowe sterujące pracą instalacji i optymalizujące ilość zużywanej energii),
- baza danych historycznych pochodzących z pomiarów i informacji charakteryzujących pracę instalacji c.o. w przeszłości,
- porty komunikacyjne np.: Ethernet, USB, LonWorks, możliwość połączenia z BACnet MSTP i Modbus, magistrala RS485, BACnet IP, LON over IP, Modbus IP, M-bus,

2) elementy pomiarowe i regulacyjne instalacji c.o. :

- czujniki i przetworniki pomiarowe: temperatury, ciśnienia, przepływu,
- urządzenia wykonawcze: elektrozawory przy grzejnikach w ww. pomieszczeniach, zawory regulacyjne (przepływu/ciśnienia) instalacji grzewczej,

3) instalacje elektryczne:

- rozdzielnice zasilająco-sterownicze systemu BMS,
- okablowanie do przekazywania sygnałów i informacji,
- sterowniki wyposażone w port komunikacyjny,
- przetworniki pomiarowe,
- siłowniki zaworów regulacyjnych,
- falowniki silników.

3. Oczekiwane efekty wdrożenia systemu BMS

W układzie centralnego ogrzewania budynku automatyka systemu BMS odpowiadała będzie za serowanie pompami obiegowymi, zaworami regulacyjnymi oraz za utrzymanie zadanej temperatury w czynnika grzewczego w poszczególnych obiegach instalacji. Za pomocą panelu operatorskiego uprawniony użytkownik budynku lub obsługa techniczna otrzyma dostęp do zadawania parametrów pracy obiegów grzewczych, podgląd wszelkich wielkości rzeczywistych (temperatura, ciśnienie, pomiar z ciepłomierzy) oraz ustalania wartości zadanej temperatury powietrza w pomieszczeniach na podstawie stworzonego harmonogramu.

Oczekiwanym efektem zastosowania systemu BMS oprócz ułatwienia kontroli stanu i sterowania systemami instalacyjnymi budynku będzie oszczędność energii do ogrzewania. Wynika ona z poprawy sprawności regulacji systemu centralnego ogrzewania w oparciu o algorytmy adaptacyjne i optymalizujące oraz lepszego wykorzystania ciepła w budynku. Dodatkowa, istotna oszczędność energii będzie uzyskana dzięki możliwości zaprogramowania nastaw temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach zgodnie z harmonogramem ich wykorzystania, co stworzy okazję do nocnych obniżen temperatury ww wskazanych pomieszczeniach.

Centrale wentylacyjne powinny być wyposażone w układ automatyki regulacyjnej umożliwiający dostosowanie wydajności wentylacji do aktualnych potrzeb a system wentylacji powinien zapewniać możliwość współpracy funkcjonalnej z systemami BeMS.

System grzewczy musi być wyposażony w automatyczny układ regulacji mierzący temperaturę zewnętrzną i wewnętrzną dostosowujący parametry pracy instalacji do aktualnych potrzeb i umożliwiający programowanie temperatury w pomieszczeniach w okresie dnia i tygodnia.

Budynek musi być wyposażony w liczniki ciepła i w przypadku występowania chłodzenia także liczniki chłodu oraz, w przypadku potrzeby oddzielnego opomiarowania stref lub pomieszczeń podliczniki (oraz w szczególnych przypadkach podzielniki kosztów) ciepła (i chłodu). Musi być zapewniony zdalny odczyt ilości ciepła i chłodu, aby zapewnić efektywne kosztowo i częste udzielanie informacji na temat zużycia energii. Dlatego we właściwym projekcie instalacji powinno być uwzględnione zastosowanie urządzeń umożliwiających indywidualne rozliczenie kosztów dostarczonego ciepła i chłodu wyposażonych w funkcje zdalnego odczytu, niezależne od operatorów sieciowych i dostawców nośników energii i chłodu.

Załącznik nr 10

Obliczenie wskaźników energii pomocniczej i oświetlenia

Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Uwagi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	4 994	4 994	

Energia pomocnicza ogrzewanie:				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m^2	0,24	0,24	
-Czas pracy	h/rok	7 492	7 492	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	8980,3	8980,3	
Energia pomocnicza wentylacja:				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m^2	0,5	0,5	
-Czas pracy	h/rok	8 760	8 760	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	32815	32815	
Energia pomocnicza c.w.u.:				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m^2	0,04	0,04	
-Czas pracy	h/rok	7 300	7 300	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	2557,9	2557,9	
Energia elektryczna do oświetlenia:				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m^2	7	7	
-Czas pracy	h/rok	5 000	5 000	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	255500	255500	

Łączne zapotrzebowanie na energię końcową do napędu urządzeń pomocniczych	kWh/rok	44353,2	44353,2	
Wskaźnik energii końcowej do napędu urządzeń pomocniczych	kWh/($m^2 \cdot rok$)	8,9	8,9	

Załącznik nr 11

Obliczenie U_{oze}

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania i wentylacji przez odnawialne źródła energii

		stan przed	stan po	
Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0		kWh/rok
Z fotowoltaiki	$Q_{k,H,oze}$ PV	0	2780,4	kWh/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0		-
	$Q_{k,H}$	-	-	kWh/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	-	-	kWh/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	-	-	kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

		stan przed	stan po	
Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	63112	kWh/rok
Z fotowoltaiki	$Q_{k,W,oze}$ PV	0	495,8	kWh/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0	2,6	-
	$Q_{k,W}$		326172	kWh/rok
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	397 546	kWh/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	461 154	kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu oświetlenia przez odnawialne źródła energii

		stan przed	stan po	
Z fotowoltaiki	$Q_{k,O,oze}$ PV	0	47546,3	kWh/rok
Razem	$Q_{k,O,oze}$	0	47 546	kWh/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

		stan przed	stan po	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu+oświetlenie	Q_k		511 480	kWh/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	U_{oze}		47,10%	%