

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 21.11. 2008

Adres budynku	ulica: <i>Rydułtowska 9</i> kod: <i>44-293</i> powiat: <i>rybnicki</i> województwo: <i>śląskie</i> miejscowość <i>Piece</i>
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : <i>Tomasz Przybyła</i> tytuł zawodowy: <i>mgr inż.</i>

Artomenergo Tomasz Przybyła
44-200 Rybnik, ul. Ogródki 6
tel.: 692 236 272
e-mail: artomenergo@onet.pl
NIP: 6423148948 REGON: 381011899

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU


1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Szkoła Podstawowa w Piecach	1.2. Rok budowy	-
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Urząd Gminy Gaszowice kod 44-293 Gaszowice ul. Rydułtowska 2 tel. 32 43-27-140	1.4. Adres budynku ul. Rydułtowska 9 kod 44-293 Piece powiat rybnicki woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ARTOMENERGO Tomasz Przybyła 44-200 Rybnik ul. Ogródki 6 REGON: 381011899			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Tomasz Przybyła, 44-200 Rybnik, ul. Ogródki 6, tel: 692 236 272 <div style="text-align: right;">  podpis </div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
1			
2			
3			
5. Miejscowość	Szczerbice	Data wykonania opracowania	10.11.2019r
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa		str.	2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			10
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			12
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			13
8. Opis wariantu optymalnego			34

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	7 584	
4.	Powierzchnia budynku netto [m²]	1 176	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części niemieszkalnej [m²]	1 849	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	258	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	kocioł olejowy	
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kotłownia olejowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m³/m²]	0,76	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane ¹⁾ [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne SZ 40	1,401	0,190
2.	Ściany zewnętrzne SZ 60	1,027	0,181
3.	Ściany zewnętrzne SZ 42	1,333	0,189
4.	Ściany zewnętrzne SZ 80	0,783	0,172
5.	Ściany zewnętrzne SZ 46	0,670	0,195
6.	Stropodach bud. Główny	0,464	0,141
7.	Stropodach łącznik	0,464	0,145
8.	Dach - sala gimnastyczna	0,514	0,150
9.	Podłoga na gruncie	0,439	0,439
11.	Okna część ogrzewana	1,8	0,9
12.	Drzwi zewnętrzne pom. ogrzewanych	2,0	1,3
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania ²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania	0,89	0,89
2.	Sprawność przesyłania	0,95	0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji ³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	4 850	4 850
4.	Liczba wymian [l/h]	0,64	0,64
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	254,1	185,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u [kW]	39,4	39,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	796,8	231,6
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1065,9	309,0
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u ⁵⁾ [GJ/rok]	142,3	142,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	119,7	34,8
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	160,2	46,4
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	39,04	11,32
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ⁶⁾			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	89,72	89,72
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	-	-
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	34,27	34,27
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	4,31	1,25
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	-	-
7.	Inne - opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	617 843	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	71,01%
Planowane koszty całkowite	726 874	Premia termomodernizacyjna	0
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	67 910 zł		

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - Załącznik 1
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności ogrzewania w pkt. 7.3
- 3) Obliczenie strunienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 2
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycia ciepła przed i po termomodernizacji budynku - Załącznik 4
- 5) Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla systemu c.w.u. - Załącznik 6

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Inwentaryzja budowlana obiektu

3.2. Inne dokumenty

Brak

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 14 listopada 2017r (Dz.U. 2017 poz. 2285) ° PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia",
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

Urząd Gminy Gaszowice

3.4. Data wizji lokalnej

30.10.2019r

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie dofinansowania z SZOOP RPO WSL 2014-2020
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropodachu i dachu
 - wymiana stolarki okiennej zewnętrznej,
 - wymiana stolarki drzwiowej zewnętrznej.

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	109 031,1 zł
Kwota kredytu nie została zadeklarowana	brak

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	Wspólnota mieszkaniowa	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	ul. Rydułtowska 9, 44-293 Piece		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		II poł. XX w.		Rok zasiedlenia		-	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	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
szkieletowa	inna, jaka:	budynek w systemie wieloblokowym ELBIS					
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	1176	11	Liczba klatek schodowych	2	
2	Kubatura budynku	[m ³]	-	12	Liczba kondygnacji nadziemnych	3	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku pomniejszona o podcienia, balkony, loggie, galerie itp., liczona po obrysie zewnętrznym	[m ³]	7584	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,94/3,11 /4,22/3,3 9/2,77/3, 27	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	0	14	Liczba osób	258	
5	Powierzchnia korytarzy + klatek	[m ²]	383	15	Liczba mieszkań	0	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0	16	Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m ²	46	
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]	0	17	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100m ²	13	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0	18	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m ²	1	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	1849	19	Liczba WC w łazience	-	
10	Budynek podpiwniczony		nie	20	Liczba WC osobno	10	

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły podstawowej w Piecach przy ul. Rydułtowskiej 9 jest budynkiem trzykondygnacyjnym, niepodpiwniczonym. Budynek został wzniesiony w systemie tradycyjnym, najstarsza bryła budynku została wykonana z cegły pełnej ceramicznej, dobudowana część została wymurowana z żużelobetonu. Nowa część przedszkola jak i budynek sali gimnastycznej wykonany z pustaków (ceramika poryzowana). Ściany zewnętrzne obustronnie otynkowane. Stropy budynku betonowe. Dachy o konstrukcji drewnianej, przykryte papą. W przestrzeni międzydachowej ułożona warstwa wełny mineralnej. Dach sali systemowy, przykryty papą. Stolarka okienna i drzwiowa wykonana z PVC. Okna zamontowane w latach 90-tych XXw. Stwierdza się dużą infiltrację

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. całkow. do ocieplenia m ²	Pow. do oblicz. strat ciepła (bez okien) m ²	U _k W/(m ² *K)	Pow. okien m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. Drzwi i drzwi balkon m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana zewnętrzna SZ 40 (cegła)	N,E,W	540	468	1,401	270	1,8/1,1	28,7	1,5
2	Ściana zewnętrzna SZ 60 (cegła)	E	92	87	1,027				
3	Ściana zewnętrzna SZ 80 (pustak)	S,N	141	106	0,783				
4	Ściana zewnętrzna SZ 42 (pustak)	E,W	170	150	1,333				
5	Ściana zewnętrzna SZ 46 (ceramika poryzowana) strefa 16 °C	N,S,E,W	409	380	0,670				
6	Ściana zewnętrzna SZ 46 (ceramika poryzowana) strefa 20 °C	N,S, W	277	265	0,670				
7	Stropodach - budynek główny + dobudówka	H	490	561	0,464				
8	Stropodach - łącznik	H	195	195	0,464				
9	Dach sala gimnastyczna strefa 16 °C	-	307	307	0,514				

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u (q_{gr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną dla c.o	[kW]	254,1
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u	[kW]	39,4
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	796,78
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 065,93
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	89,72
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4 d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja c.o. z przewodów rozprowadzających stalowych, zasilana z kotłowni olejowej
2.	Parametry pracy instalacji	70/50
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	grzejniki płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak osłonięcia
6.	Zawory termostatyczne	regulacja miejscowa przy grzejnikach
7.	Zabezpieczenie	tak
8.	Odpowietrzenie	tak
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	brak danych

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,890
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,950
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,880
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	η_{tot}	0,744
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja c.w.u. centralna. Źródłem grzewczym jest kocioł olejowy.
2.	Piony i ich izolacja	Przewody rozprowadzające zaizolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze c.w.u.)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zasobnik c.w.u.

4.f. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

W budynku zlokalizowana jest kotłownia olejowa. Regulacja centralna i miejscowa.

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	4 850

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	U [w/m ² *K]
	istniejące		wymagane
ściany zewnętrzne SZ 40	1,401	0,714	0,20
ściany zewnętrzne SZ 60	1,027	0,974	0,20
ściany zewnętrzne SZ 42	1,333	0,750	0,20
ściany zewnętrzne SZ 80	0,783	1,278	0,20
ściany zewnętrzne SZ 46	0,670	1,492	0,20
Stropodach główny budynek	0,464	2,157	0,15
Stropodach łącznik	0,464	2,157	0,15
Dach sala gimnastyczna	0,514	1,946	0,15

zg.z WT 2021r

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest w dobrym stanie. Współczynniki przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych oraz stropów są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne pom. ogrzewanych	2	1,3
okna w pomieszczeniach ogrzewanych	1,8	0,9

zg.z WT 2021r

5.3 System grzewczy

Budynek posiada instalacje centralnego ogrzewania zasilaną z kotłowni olejowej. W pomieszczeniach znajdują się grzejniki stalowe płytowe z regulacją miejscową.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja c.w.u. zasilana z kotłowni olejowej. W budynku zainstalowano zasobnik akumulacyjny.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Zewnętrzne powietrze infiltruje do środka poprzez nieszczelności drzwiowe i okienne.

**Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy
zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Ściany zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła.	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wymagany współczynnik przenikania ciepła U [W/m^2K] zgodnie z WT 2021r.
2	<u>Stropodach i dach</u> Przegroda o niezadowalającym współczynniku przenikania ciepła.	Należy docieplić stropodach i zapewnić obecnie wymagany współczynnik przenikania ciepła U [W/m^2K] zgodnie z WT 2021r.
3	<u>Stolarka okienna</u> stolarka okienna nieszczelna o niezadowalającym współczynniku przenikania ciepła $U=1,8$ [W/m^2K].	Wymiana stolarki okiennej na okna z PVC o wymaganym współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]. zgodnie z WT 2021r.
4	<u>Stolarka drzwiowa drewniana</u> Stolarka drzwiowa nieszczelna o niezadowalającym współczynniku przenikania ciepła $U=2,0$ [W/m^2K].	Wymiana stolarki drzwiowej na drzwi aluminiowe, ocieplone o wymaganym współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K] zgodnie z WT 2021r.
5	<u>Wentylacja grawitacyjna</u>	Budynek z zabudowanymi oknami rozwieralno - uchylnymi. Stwierdza się zbyt duże przewietrzenie. Nieszczelności występujące w przestrzeniach ogrzewanych zostaną zlikwidowane poprzez zabudowę nowej stolarki okienno - drzwiowej i montaż nawiewników okiennych
6	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Źródłem grzewczym dla c.w.u. jest kocioł olejowyzasilający w ciepło zasobnik c.w.u.	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.w.u.
7	<u>System grzewczy</u> Budynek posiada instalacje c.o. zasilaną z kotłowni olejowej	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez okna zewnętrzne	Wymiana stolarki okiennej na okna PVC, dwukomorowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez okna sali gimnastycznej	Wymiana stolarki okiennej na okna PVC, dwukomorowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ40 - cegła	Ocieplenie ściany SZ40 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ42 - pustak	Ocieplenie ściany SZ42 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez drzwi zewnętrzne	Wymiana stolarki drzwiowej na drzwi PVC, ocieplane o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
6.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ60 - cegła	Ocieplenie ściany SZ60 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK
7.	Zmniejszenie strat ciepła przez istniejący stropodach (budynek główny)	Ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie mat (rolka) z wełny mineralnej o współczynniku λ 0,038 W/mK
8.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ46 strefa 20°C	Ocieplenie ściany SZ46 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK
9.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ80 - pustak	Ocieplenie ściany SZ80 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK
10.	Zmniejszenie strat ciepła przez istniejący stropodach (łącznie)	Ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie styropapy o współczynniku λ 0,038 W/mK
11.	Zmniejszenie strat ciepła przez istniejący dach Sali gimnastycznej	Ocieplenie dachu poprzez ułożenie styropapy o współczynniku λ 0,038 W/mK
12.	Zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę zewnętrzną SZ46 strefa 16°C	Ocieplenie ściany SZ46 metodą ETISC za pomocą płyt styropianu grafitowego o współczynniku λ 0,033 W/mK

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 20 °C
		Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 16 °C
		Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 40 cegła
		Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak
		Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej
		Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 60 cegła
		Ocieplenie stropodachu - budynek główny
		Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 strefa 20°C
		Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak
		Ocieplenie stropodachu - łącznik
		Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna
		Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 strefa 160C

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi i/lub okien i poprawie systemu wentylacji.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jednostka
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wo}		16,0	16,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d *	dla przegród zewnętrznych w strefie 20°C	3 798	3 798	dzień·K·a
	dla przegród zewnętrznych w strefie 16°C	2 910	2 910	
O_{Om}, O_{Im}		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{Oz}, O_{Iz}		89,72	89,72	zł/GJ
A_{bO}, A_{b1}		0	0	zł/m-c

* Liczbę stopniodni przyjęto dla Raciborza

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 40 cegła (strefa 20°C)		
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 468,2 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 540,4 \text{ m}^2$</p>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(\max)} \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie poprzednim						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,55	5,15	5,76
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,71	5,26	5,87	6,47
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	215,2	29,2	26,2	23,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-5} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0134	0,0036	0,0032	0,0029
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		16 688	16 957	17 181
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	270	290
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		135 088	145 895	156 702
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,09	8,60	9,12
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,401	0,190	0,171	0,155
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	135 088	zł	SPBT=	8,09 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 60 cegła (strefa 20°C)		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	86,8 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	92,3 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)} \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie poprzednim						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,55	5,15	5,76
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,97	5,52	6,13	6,73
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	29,3	5,2	4,7	4,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0034	0,0006	0,0006	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		2 162	2 207	2 252
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	270	290
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		23 080	24 926	26 773
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,68	11,29	11,89
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,027	0,181	0,163	0,149
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (Akoszt).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	23 080	zł	SPBT=	10,68 lat

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 80 pustak (strefa 20°C)		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat		
				$A = 105,7 \text{ m}^2$		
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		
				$A_{\text{kosz}} = 140,8 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(\max)} \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie poprzednim						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,55	5,15	5,76
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,28	5,82	6,43	7,04
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	27,1	6,0	5,4	4,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0054	0,0007	0,0007	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 893	1 947	1 992
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	270	290
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		35 200	38 016	40 832
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		18,59	19,53	20,50
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,783	0,172	0,156	0,142
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	35 200 zł	SPBT=	18,59 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 42 pustak (strefa 20°C)		
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 150,0 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 169,7 \text{ m}^2$</p>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(\max)} \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie poprzednim						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,55	5,15	5,76
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,75	5,30	5,90	6,51
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	65,7	9,3	8,3	7,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0045	0,0011	0,0010	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		5 060	5 150	5 213
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	270	290
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		42 425	45 819	49 213
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,38	8,90	9,44
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,333	0,189	0,169	0,154
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	42 425 zł	SPBT=	8,38 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 46 ceramika (strefa 16°C)		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	380,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	409,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)} \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie poprzednim						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,64	4,24	4,85
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,49	5,13	5,74	6,34
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	64,0	18,6	16,7	15,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{zd}) \cdot U_c$	MW	0,0204	0,0027	0,0024	0,0022
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		4 073	4 244	4 387
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		220	240	260
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		89 973	98 153	106 332
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		22,09	23,13	24,24
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,670	0,195	0,174	0,158
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (Akoszt).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 89 973 zł		SPBT = 22,09 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna SZ 42 pustak (strefa 20°C)		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A = 265,3 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 276,9 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETISC z użyciem styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK. .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła U _{c(max)} ≤ 0,20 W/(m ² K) (warunek WT 2021r.)						
warianty 2 i 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie poprzednim						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,64	4,24	4,85
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,49	5,13	5,74	6,34
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	58,3	17,0	15,2	13,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0158	0,0021	0,0019	0,0017
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _z +12(q _{0U} -q _{1U})·O _m	zł/a		3 705	3 867	4 001
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		220	240	260
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		60 918	66 456	71 994
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		16,44	17,19	17,99
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,670	0,195	0,174	0,158
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wg 1 m ² według średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt}).						
Uwagi:						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	60 918	zł	SPBT=	16,44 lat

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach (budynek frontowy + dobudówka)		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	561,1 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	490,0 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez likwidację istniejącego ocieplenia (wełna mineralna luzem) na stropie poddasza i ułożeniu nowej warstwy mat z wełnym mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)} \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
wariant 2: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,25	0,27	0,29
2	opór cieplny R (warstwa izolacji)	m ² K/W		6,58	7,11	7,63
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,16	7,07	7,60	8,12
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	85,3	26,0	24,2	22,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0104	0,0032	0,0030	0,0028
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		5 320	5 482	5 616
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		175	185	195
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		85 750	90 650	95 550
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		16,12	16,54	17,01
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,464	0,141	0,132	0,123
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej powierzchni stropu (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 85 750 zł		SPBT= 16,12 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach (łącznik + niższa część sali)		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	194,7 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	195,4 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie styropapy na istniejącym poszyciu dachowym						
Współczynnik lambda styropapy 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)} \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
wariant 2: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	opór cieplny R (warstwa izolacji)	m ² K/W		4,74	5,26	5,79
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,16	6,89	7,42	7,95
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	29,6	9,3	8,6	8,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0036	0,0011	0,0010	0,0010
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 821	1 884	1 938
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180	190	200
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		35 179	37 134	39 088
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		19,32	19,71	20,17
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,464	0,145	0,135	0,126
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej powierzchni stropu (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 35 179 zł		SPBT= 19,32 lat		

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach (sala, strefa 16 stopni)		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	306,5 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	306,5 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu poprzez ułożenie styropapy na istniejącym poszyciu dachowym						
Współczynnik lambda styropapy 0,038 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością izolacji						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U_{c(max)} \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (warunek WT 2021r.)						
wariant 2: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy o 2 cm. większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	opór cieplny R (warstwa izolacji)	m ² K/W		4,74	5,26	5,79
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,95	6,68	7,21	7,74
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	39,6	11,5	10,7	10,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0057	0,0017	0,0015	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		2 521	2 593	2 656
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180	190	200
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		55 170	58 235	61 300
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		21,88	22,46	23,08
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,514	0,150	0,139	0,129
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej powierzchni stropu (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 55 170 zł		SPBT= 21,88 lat		

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien (strefa 20°C)	
<div>Dane: pow.okien<div><div><div>$A_{ok} = 206,9$$m^2$</div><div>$V_{nom} = \Psi = 4\,850$$m^3/h$</div><div>$C_w = 1$</div></div><div>$V_{obl} = \Psi * C_m$</div></div></div>					
Opis wariantów usprawnienia					
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna PVC min. Dwukomorowe wraz z montażem nawiewników o lepszym współczynniku U:					
wariant 1 : okna o współczynniku		U=	0,9	W/m ² *K	
wariant 2 : okna o współczynniku		U=	0,6	W/m ² *K	
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	1,8	0,9	0,6
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,85	0,85
		Cm	-	1,00	1,00
3	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	122,18	61,09	40,73
4	2,94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	649,87	460,32	460,32
5	Q ₀ , Q ₁ = (4) + (5)	GJ/a	772,05	521,41	501,05
6	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U	MW	0,0149	0,00740	0,00500
7	3,4*10 ⁻⁷ *V _{obl} *c _m *(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,0857	0,0660	0,0660
8	q ₀ , q ₁ = (7) + (8)	MW	0,1006	0,0734	0,0710
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})/O _z +12(q _{0U} -q _{1U})/O _m	zł/rok		22 487	24 314
10	Koszt wymiany okien N _{OK}	zł		119 600	148 700
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w (nawiewniki)	zł		11 050	11 050
12	Koszt N _{OK}	zł		130 650	159 750
13	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		5,81	6,57
Podstawa przyjętych wartości N _u					
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m ² wg oferty średnich cen rynkowych					
Koszt modernizacji:					
wariant 1: okno wymiary 1,40 x 2,0 18 szt. 1500 zł/szt= 27 000,00 zł					
okno wymiary 1,15 x 2,0 36 szt. 1200 zł/szt= 43 200,00 zł					
okno wymiary 1,80 x 2,0 2 szt. 2000 zł/szt= 4 000,00 zł					
okno wymiary 1,40 x 1,1 4 szt. 900 zł/szt= 3 600,00 zł					
okno wymiary 1,06 x 2,0 10 szt. 1300 zł/szt= 13 000,00 zł					
okno wymiary 0,5 x 2,0 3 szt. 800 zł/szt= 2 400,00 zł					
okno wymiary 1,20 x 0,88 16 szt. 1000 zł/szt= 16 000,00 zł					
okno wymiary 1,20 x 2,0 8 szt. 1300 zł/szt= 10 400,00 zł					
wariant 2: okno wymiary 1,40 x 2,0 18 szt. 1800 zł/szt= 32 400,00 zł					
okno wymiary 1,15 x 2,0 36 szt. 1500 zł/szt= 54 000,00 zł					
okno wymiary 1,80 x 2,0 2 szt. 2300 zł/szt= 4 600,00 zł					
okno wymiary 1,40 x 1,1 4 szt. 1200 zł/szt= 4 800,00 zł					
okno wymiary 1,06 x 2,0 10 szt. 1600 zł/szt= 16 000,00 zł					
okno wymiary 0,5 x 2,0 3 szt. 1100 zł/szt= 3 300,00 zł					
okno wymiary 1,20 x 0,88 16 szt. 1300 zł/szt= 20 800,00 zł					
okno wymiary 1,20 x 2,0 8 szt. 1600 zł/szt= 12 800,00 zł					
Uwagi: Brak nawiewników do okien części przedszkolnej ze względu na hybrydowy system wentylacji					
Wybrany wariant : 1		Koszt : 130 650 zł		SPBT= 5,81 lat	

7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien sala gimnastyczna		
Dane: pow.okien						
$A_{ok} = 70,3 \text{ m}^2$						
$V_{nom} = \psi = 566 \text{ m}^3/\text{h}$						
$C_w = 1$						
$V_{obl} = \psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna PVC min. Dwukomorowe wraz z montażem nawiewników o lepszym współczynniku U:						
wariant 1 : okna o współczynniku						
$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$						
wariant 2 : okna o współczynniku						
$U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Współczynnik przenikania okien U		$\text{W/m}^2\text{K}$	1,8	0,9	0,6
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji		C_r	-	1,2	0,85
			C_m	-	1,3	1,00
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$		GJ/a	31,82	15,91	10,61
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$		GJ/a	58,11	41,16	41,16
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$		GJ/a	89,93	57,07	51,77
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{wo}-t_{zd})*U$		MW	0,0046	0,00230	0,00150
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*C_m*(t_{wo}-t_{zd})$		MW	0,0090	0,0069	0,0069
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$		MW	0,0136	0,0092	0,0084
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$		zł/rok		2 948	3 424
10	Koszt wymiany okien N_{OK}		zł		22 400	26 400
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w (nawiewniki)		zł		1 040	1 040
12	Koszt N_{OK}		zł		23 440	27 440
13	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		7,95	8,01
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m^2 wg oferty średnich cen rynkowych						
Koszt modernizacji:						
wariant 1: okno wymiary 2,60 x 3,38						
8 szt. 2800 zł/szt= 22 400,00 zł						
wariant 2: okno wymiary 2,60 x 3,38						
8 szt. 3300 zł/szt= 26 400,00 zł						
Wybrany wariant : 1			Koszt : 23 440 zł	SPBT=	7,95 lat	

7.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi (strefa 20°C)		
Dane:		pow. drzwi po wymianie		$A_{drz.} = 4,2 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 60 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1$ $V_{obl} = \Psi * C_m$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych na drzwi PVC z wkładem cieplnym, o współczynniku przenikania ciepła U_{drz}						
wariant 1 : drzwi o współczynniku		U= 1,3		W/m ² *K		
wariant 2 : drzwi o współczynniku		U= 1,1		W/m ² *K		
Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U		W/m ² K	2,0	1,3	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji		C_r	-	1,2	1,00
			C_m	-	1,3	1,00
3	$8,64*10^{-5}*S_d*D_{drz}*U$		GJ/a	2,74	1,78	1,51
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$		GJ/a	8,04	6,70	6,70
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$		GJ/a	10,78	8,48	8,21
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$		MW	0,0003	0,0002	0,0002
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*C_m*(t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0011	0,0008	0,0008
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$		MW	0,0014	0,0010	0,0010
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$		zł/rok		206	231
10	Koszt wymiany drzwi D_{drz}		zł		2 000	2 400
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł		0	0
12	Koszt D_{drz}		zł		2 000	2 400
13	$SPBT = (D_{drz}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		9,69	10,41
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m ² wg oferty średnich cen rynkowych						
Koszt modernizacji:						
wariant 1: drzwi o wymiarach 1,75 x 2,38		1	szt.	2000 zł/szt=	2 000,00 zł	
wariant 2: drzwi o wymiarach 1,75 x 2,38		1	szt.	2400 zł/szt.=	2 400,00 zł	
Wybrany wariant : 1			Koszt :	2 000 zł	SPBT=	9,69 lat

7.2.13. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 20 °C	130 650	5,81
2	Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 16 °C	23 440	7,95
3	Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 40 cegła	135 088	8,09
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak	42 425	8,38
5	Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej	2 000	9,69
6	Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 60 cegła	23 080	10,68
7	Ocieplenie stropodachu - budynek główny	85 750	16,12
8	Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C	60 918	16,44
9	Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak	35 200	18,59
10	Ocieplenie stropodachu - łącznik	35 179	19,32
11	Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna	55 170	21,88
12	Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 16°C	89 973	22,09

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczegoDane: Cały budynek $Q_{\text{oco}} = 796,78 \text{ GJ/a}$

Instalacja c.o. nie ulegnie zmianie po wykonanie termomodernizacji osłon zewnętrznych budynku.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności					
		przed			po		
	Rodzaj systemu zasilania		EL	KO		EL	KO
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,990	0,890	$\eta_g =$	0,990	0,890
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,950	0,950	$\eta_d =$	0,950	0,950
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,940	0,880	$\eta_e =$	0,940	0,880
4	sprawność akumulacji	$\eta_c =$	1,000	1,000	$\eta_c =$	1,000	1,000
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{\text{tot}} =$	0,884	0,744	$\eta =$	0,884	0,744
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	$w_t =$	1,00	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	1,00	$w_d =$	1,00	1,00

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.*
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.*	MW	0,254	0,254
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu*	GJ/rok	797	797
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,744/0,884	0,744/0,884
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	1065,93	1065,93
7	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną QP_H	kWh/rok	339584	339584
8	Roczna opłata zmienna	zł/rok	95 635	95 635
9	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
10	Roczny abonament	zł/rok	0	0
11	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	95 635	95 635
12	Różnica	zł/rok		
13	Koszt	zł		
14	SPBT	lat		

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	nr wariantu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 20 °C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 16 °C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3	Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 40 cegła	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
5	Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej	x	x	x	x	x	x	x	x				
6	Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 60 cegła	x	x	x	x	x	x	x					
7	Ocieplenie stropodachu - budynek główny	x	x	x	x	x	x						
8	Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C	x	x	x	x	x							
9	Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak	x	x	x	x								
10	Ocieplenie stropodachu - łącznik	x	x	x									
11	Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna	x	x										
12	Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 16°C	x											

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu N [zł]	Koszt dokumentacji technicznej [zł]	Koszt całkowity N _c [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12	718 874	8 000	726 874
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	628 900	8 000	636 900
3	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	573 730	8 000	581 730
4	1+2+3+4+5+6+7+8+9	538 551	8 000	546 551
5	1+2+3+4+5+6+7+8	503 351	8 000	511 351
6	1+2+3+4+5+6+7	442 433	8 000	450 433
7	1+2+3+4+5+6	356 683	8 000	364 683
8	1+2+3+4+5	333 603	8 000	341 603
9	1+2+3+4	331 603	8 000	339 603
10	1+2+3	289 178	8 000	297 178
11	1+2	154 090	8 000	162 090
12	1	130 650	8 000	138 650

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	Δq_{co}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	z/rok	GJ/rok	zł
1	0,1859	231,62	0,744	1,00	309,02	27 725	757	67 910
2	0,1924	268,04	0,744	1,00	357,94	32 114	708	63 521
3	0,1964	291,71	0,744	1,00	389,73	34 966	676	60 668
4	0,1989	309,53	0,744	1,00	413,67	37 114	652	58 521
5	0,2015	327,64	0,744	1,00	437,76	39 276	628	56 359
6	0,2067	365,28	0,744	1,00	488,32	43 812	578	51 823
7	0,2140	417,48	0,744	1,00	558,45	50 104	507	45 531
8	0,2167	437,50	0,744	1,00	585,34	52 516	481	43 118
9	0,2168	439,11	0,744	1,00	587,38	52 700	479	42 935
10	0,2225	483,21	0,744	1,00	645,18	57 885	421	37 750
11	0,2449	652,01	0,744	1,00	871,99	78 235	194	17 400
12	0,2472	677,38	0,744	1,00	906,05	81 290	160	14 344
st. istn.	0,2541	796,78	0,744	1,00	1 065,93	95 635		

wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"

²⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_cwu"

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końcową EK [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %]		Koszty kwalifikowane [zł] (kwota objęta dofinansowaniem)
							max. 85% kosztów kwalifikowanych
1	2	3	4	5	6		7
1	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej, Ocieplenie stropodachu - budynek główny, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak, Ocieplenie stropodachu - łącznik, Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 16°C)	726 874	67 910	71,0%	109 031	15,0%	617 843
					617 843	85,0%	
2	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła, Ocieplenie stropodachu - budynek główny, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak, Ocieplenie stropodachu - łącznik, Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna	636 900	63 521	66,4%	95 535	15,0%	541 365
					541 365	85,0%	
3	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła, Ocieplenie stropodachu - budynek główny, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak, Ocieplenie stropodachu - łącznik	581 730	60 668	63,4%	87 260	15,0%	494 471
					494 471	85,0%	
4	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła, Ocieplenie stropodachu - budynek główny, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak	546 551	58 521	61,2%	81 983	15,0%	464 569
					464 569	85,0%	
5	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła, Ocieplenie stropodachu - budynek główny, Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 (strefa 20°C)	511 351	56 359	58,9%	76 703	15,0%	434 649
					434 649	85,0%	
6	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła, Ocieplenie stropodachu - budynek główny	450 433	51 823	54,2%	67 565	15,0%	382 868
					382 868	85,0%	

7	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 60 cegła	364 683	45 531	47,6%	54 702	15,0%	309 981
					309 981	85,0%	
8	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak, Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej	341 603	43 118	45,1%	51 240	15,0%	290 363
					290 363	85,0%	
9	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła, Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak	339 603	42 935	44,9%	50 940	15,0%	288 663
					288 663	85,0%	
10	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C), Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 - cegła	297 178	37 750	39,5%	44 577	15,0%	252 602
					252 602	85,0%	
11	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C), Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 16°C)	162 090	17 400	18,2%	24 314	15,0%	137 777
					137 777	85,0%	
12	Wymiana okien na okna PVC dwukomorowe (strefa 20°C)	138 650	14 344	15,0%	20 798	15,0%	117 853
					117 853	85,0%	

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

1. Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 20 °C
2. Wymiana okien na okna PVC, dwukomorowe strefa 16 °C
3. Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 40 cegła
4. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 pustak
5. Wymiana drzwi do łącznika sali gimnastycznej
6. Ocieplenie ściany zewnętrznej - budynek główny SZ 60 cegła
7. Ocieplenie stropodachu - budynek główny
8. Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 strefa 20°C
9. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 pustak
10. Ocieplenie stropodachu - łącznik
11. Ocieplenie dachu - sala gimnastyczna
12. Ocieplenie ściany zewnętrznej - SZ 46 strefa 16°C

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność energii końcowej wyniesie 71,0 %.
2. Środki własne inwestora wyniosą co najmniej 15% całkowitych kosztów inwestycji, co spełnia oczekiwania inwestora.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji**8.1. Opis robót**

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Wymiana okien w pomieszczeniach ogrzewanych w strefie 20°C na okna dwukomorowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

2. Wymiana okien w pomieszczeniach ogrzewanych w strefie 16°C na okna dwukomorowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ - sala gimnastyczna

3. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 (strefa 20°C) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 15 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,190 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

4. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 42 (pustak) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 15 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,189 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

5. Wymiana drzwi zewnętrznych w strefie 20°C (łącznik do Sali gimnastycznej) o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

6. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 40 (strefa 20°C) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 15 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,141 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

7. Ocieplenie stropodachu (strefa 20°C) poprzez ułożenie nowej warstwy z mat z wełny mineralnej (rolek) o grubości 25 cm, charakteryzującej się współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,142 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

8. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 46 (strefa 20°C) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 12 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,195 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

9. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 80 (pustak) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 12 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,172 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

10. Ocieplenie stropodachu (strefa 20°C) poprzez ułożenie nowej warstwy styropapy o grubości 18 cm, charakteryzującej się współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$. Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,145 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

11. Ocieplenie dachu (sala gimnastyczna) poprzez ułożenie nowej warstwy styropapy o grubości 18 cm, charakteryzującej się współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$. Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

12. Ocieplenie ściany zewnętrznej SZ 46 (strefa 16°C) płytami styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$, i grubości 12 cm, metodą ETICS, wykończenie tynkiem.

Współczynnik U dla przegrody po termomodernizacji wyniesie $U = 0,195 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		726 874 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	109 031 zł
maxymalne dofinansowanie	85,0%	617 843 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		- zł
Czas zwrotu nakładów SPBT:		10,70

8.3. Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o środki kwalifikowane
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród budowlanych (U)
Załącznik 2	Obliczanie strumienia objętości powietrza wentylacyjnego
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po modernizacji
Załącznik 4	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła Q i mocy q na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu CERTO H
Załącznik 5	Ceny za dostarczaną energię z paliw
Załącznik 6	Obliczenia dla c.w.u.
Załącznik 7	Obliczeniowe wskaźniki EP_H oraz EP_W
Załącznik 8	Analiza ekologiczna

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-I	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m ² *K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściana zewnętrzna z cegły pełnej SZ 40	opór przejmowania wewnątrz			0,13	1,401
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	część murowana	0,400	0,77	0,519	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	0,714	
Ściana zewnętrzna z cegły pełnej SZ 60	opór przejmowania wewnątrz			0,13	1,027
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	część murowana	0,600	0,77	0,779	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	0,974	
Ściana zewnętrzna z pustaka SZ 80	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,783
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	pustak	0,780	0,72	1,083	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	1,278	
Ściana zewnętrzna z pustaka SZ 42	opór przejmowania wewnątrz			0,13	1,333
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	pustak	0,400	0,72	0,556	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	0,750	
Ściana zewnętrzna z ceramiki poryzowanej SZ 46	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,670
	tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
	blocek ceramiczny	0,450	0,35	1,286	
	tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	1,492	
Stropodach (stara część + dobudówka)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,464
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	strop betonowy	0,150	1,70	0,088	
	wełna luzem	0,100	0,06	1,667	
	warstwa powietrza	0,500	-	0,160	
	deskowanie	0,025	0,40	0,063	
	warstwa papy	0,005	0,18	0,028	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	2,157	
Stropodach (łącznie)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,464
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	strop betonowy	0,150	1,70	0,088	
	wełna luzem	0,100	0,06	1,667	
	warstwa powietrza	0,200	-	0,160	
	deskowanie	0,025	0,40	0,063	
	warstwa papy	0,005	0,18	0,028	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	2,157	
Dach (sala gimnastyczna)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,514
	blacha trapezowa	0,008	50,00	0,000	
	rdzeń izolacyjny	0,080	0,05	1,778	
	papa	0,005	0,18	0,028	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	1,946	

Załącznik 1A

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S- i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m ² K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściana zewnątrzną z cegły pełnej SZ 40	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,190
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	część murowana	0,400	0,77	0,519	
	styropian grafitowy	0,15	0,033	4,545	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	5,259	
Ściana zewnątrzną z cegły pełnej SZ 60	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,181
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	część murowana	0,600	0,77	0,779	
	styropian grafitowy	0,15	0,033	4,545	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	5,519	
Ściana zewnątrzną z pustaka SZ 80	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,172
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	pustak	0,780	0,72	1,083	
	styropian grafitowy	0,15	0,033	4,545	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	5,823	
Ściana zewnątrzną z pustaka SZ 42	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,189
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	pustak	0,400	0,72	0,556	
	styropian grafitowy	0,15	0,033	4,545	
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	5,295	
Ściana zewnątrzną z ceramiki poryzowanej SZ 46	opór przejmowania wewnątrz			0,13	0,195
	tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
	blocek ceramiczny	0,450	0,35	1,286	
	styropian grafitowy	0,12	0,033	3,636	
	tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	5,129	
Stropodach (stara część + dobudówka)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,141
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	strop betonowy	0,150	1,70	0,088	
	maty z wełny mineralnej	0,250	0,038	6,579	
	warstwa powietrza	0,500	-	0,160	
	deskowanie	0,025	0,40	0,063	
	warstwa papy	0,005	0,18	0,028	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	7,070	
Stropodach (łącznik)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,145
	tynk cementowo wapienny	0,010	0,82	0,012	
	strop betonowy	0,150	1,70	0,088	
	wełna luzem	0,100	0,06	1,667	
	warstwa powietrza	0,200	-	0,160	
	deskowanie	0,025	0,40	0,063	
	warstwa papy	0,005	0,18	0,028	
	styropapa	0,18	0,038	4,737	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	6,894	
Dach (sala gimnastyczna)	opór przejmowania wewnątrz			0,100	0,150
	blacha trapezowa	0,008	50,00	0,000	
	rdzeń izolacyjny	0,080	0,05	1,778	
	papa	0,005	0,18	0,028	
	styropapa	0,180	0,038	4,737	
	opór przejmowania na zewnątrz			0,040	
			razem	6,683	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

1. Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło wg PN-83/B-0430/AZ3:2000

Pomieszczenie	ilość	Strumień powietrza wg. normy w m^3/h	Strumień powietrza wg. normy w m^3/s	Łączne zap. powietrza w m^3/h
ilość osób	225	20	0,006	4500,0
WC	10	30	0,008	300,0
Zmywalnia	1	50	0,014	50,0
Razem mieszkania				4850,0

Uwaga* wentylacje pomieszczeń pojazdów strażackich wskazano jako grawitacyjną o krotności wymiany powietrza $1,5 h^{-1}$

Kubatura wentylowana budynku	7 583 m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,64 h^{-1}

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430 $V_{nom} = \Psi = 4\ 850\ m^3/h$

Współczynniki korekcyjne

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

	Przed	Po
c_r	1,2	1,0
c_w	1,3	1,0

1. Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po termomodernizacji

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki sprawności

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed modernizacją		po modernizacji	
	Rodzaj systemu zasilania	Kocioł olejowy		Kocioł olejowy	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,89	$\eta_g =$	0,89
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,95	$\eta_d =$	0,95
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,88	$\eta_e =$	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,744	$\eta_{tot} =$	0,744
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d =$	1,00

2. Opis instalacji i uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	dla budynku - stan istniejący	dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kocioł na olej opałowy	kocioł na olej opałowy
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody rozprowadzające zasilające i powrotne ocieplone otuliną poliuretanową	Stan bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna oraz miejscowa przy grzejnikach.	Stan bez zmian
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	Stan bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	bez osłabienia	Stan bez zmian

Załącznik nr 4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu CERTO H (energia użytkowa)**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,186	232
2	0,192	268
3	0,196	292
4	0,199	310
5	0,201	328
6	0,207	365
7	0,214	417
8	0,217	438
9	0,217	439
10	0,222	483
11	0,245	652
12	0,247	677
0 - stan istniejący	0,254	797

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Stan przed/po termomodernizacji

Opłaty za zużycie ciepła według średniej ceny oleju opałowego grzewczego na rynku lokalnym

wartość opałowa $W_o =$ 42,8 GJ/tonę

Przed termomodernizacją/Po termomodernizacji

jednostkowe opłaty za energię elektryczną		Cena z VAT
Opłata	3,30	zł/litr
Opłata	3,84	zł/kg
Opłata	3840	zł/tonę
Opłata	89,72	zł/GJ

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	7	7
jed.odniesienia - ilość osób L	osoba	258	258
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	200,8	200,8
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	18 993,5	18 993,5
Rodzaj źródła grzewczego	-	Kocioł olejowy	Kocioł olejowy
Udział procentowy systemu c.w.u. w skali roku	%	100,0	100,0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,89	0,89
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,60	0,60
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,90	0,90
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,48	0,48
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	39 520,4	39 520,4
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	142,3	142,3
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,w}$	kWh/a	43 472,5	43 472,5

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\bar{s}r} = (L * V_{cw}) / (12 * 1000)$	m ³ /h	0,151	0,151
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	2,404	2,404
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,392	0,392
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\bar{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	39,4	39,4
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\bar{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	16,4	16,4

Wskaźniki energii użytkowej, końcowej i pierwotnej dla budynku po przeprowadzonej modernizacji osłon zewnętrznych budynku

Lp		Jedn.	Stan	Stan po	Uwagi
			istniejący	modernizacji	
1	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji (wyniki obliczenia) $Q_{H,nd}$	kWh/rok	221 328	64 339	
2	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla ogrzewania i wentylacji (wyniki obliczenia) $Q_{K,H}$	kWh/rok	296 092	85 841	
3	Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej dla systemu c.w.u. (wyniki obliczenia) $Q_{W,nd}$	kWh/rok	18 994	18 994	
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla systemu c.w.u. (wyniki obliczenia) $Q_{K,W}$	kWh/rok	39 520	39 520	
5	Procentowa oszczędność energii końcowej po termomodernizacji obiektu	%		71,01%	spełnia wymagania EK powyżej 25%
6	Nośnik energii (energia elektryczna - produkcja mieszana)	-	3		
7	Nośnik energii (olej opałowy)	-	1,1		
9	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej dla ogrzewania i wentylacji (wyniki obliczenia) $Q_{P,H}$	kWh/rok	339 584	100 819	
10	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej dla systemu c.w.u. (wyniki obliczenia) $Q_{P,W}$	kWh/rok	43 472	43 472	
11	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową dla c.o. $E_{K,H}$	kWh/(m ² *rok)	160	46	
12	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową dla c.w.u. $E_{K,W}$	kWh/(m ² *rok)	21	21	
13	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną dla c.o. $E_{P,H}$	kWh/(m ² *rok)	164	55	
14	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną dla c.w.u. $E_{P,W}$	kWh/(m ² *rok)	24	24	
15	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną $E_{P,H+W}$	kWh/(m ² *rok)			

Analiza ekologiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU

1. Analizie przeprowadzono dla nośnika energii energii elektrycznej pobieranej z zewnętrznej sieci elektroenergetycznej, węgla kamiennego oraz spalania biomasy. Obliczenia przeprowadzono wykorzystując dane z Kobize. Obliczenia przeprowadzono dla obliczonej energii pierwotnej dla systemów c.o. i c.w.u.

Dla potrzeb instalacji c.o. (wentylacja) stan aktualny/ po termomodernizacji (en. elektryczna z sieci)

wartość opałowa	$W_o =$	22,5 MJ/kg
zawartość popiołu	$A^r =$	20 %
zawartość siarki	$S^{tr} =$	0,35 %
zawartość części palnych w pyle	K	25 %

Dla potrzeb instalacji c.o. c.w.u. stan aktualny (olej opałowy)

wartość opałowa	$W_o =$	42,8 MJ/kg
zawartość siarki	$S^{tr} =$	1 %

zanieczyszczenie	węgiel kamienny/energia elektryczna	węgiel kamienny/energia elektryczna	Różnica	Wskaźnik procentowy redukcji emisji zanieczyszczeń
	E [g]	E [g]	ΔE [g]	[%]
tlenek siarki (SO_x/SO_2)	672 291,44	251 122,55	421 169	62,6%
tlenek azotu (NO_x/NO_2)	286 203,10	107 889,95	178 313	62,3%
tlenek węgla (CO)	52 955,17	20 188,25	32 767	61,9%
dwutlenek węgla (CO_2)	118 014 574,90	45 350 901,30	72 663 674	61,6%
pył zawieszony całkowity (TSP)	68 257,12	25 435,71	42 821	62,7%

Uwaga: pył PM 10 będzie stanowić w przybliżeniu 69,60% wyliczonego wskaźnika TPS

cząstki pyłu PM 10	47 506,95	17 703,25	29 803,70	62,7%
--------------------	-----------	-----------	-----------	-------