

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Adres budynku	26 - 670 Pionki ul.Polna 87B
Zamawiający	Gmina Miasto Pionki, Al. Jana Pawła II 15, 26-670 Pionki
Wykonawca audytu	Cendos.pl Sławomir Stefaniak 02 - 796 Warszawa, Wąwozowa 20/8 nr opracowania 136/04/2017

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	gospodarczo-magazynowy		1.2 Rok budowy
		1930	
1.3 Inwestor	Gmina Miasto Pionki Al. Jana Pawła II 15 26-670 Pionki		1.4 Adres budynku
26 - 670 Pionki ul.Polna 87B			
2.Nazwa,adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
MALINOWSKIDESIGN ul. Guzowatka 44, 05-252 Dąbrówka			
3.Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac.			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5.Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 21.04.2017			
6.Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego			3 - 4
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			5
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6 - 10
4. Ocena stanu technicznego budynku			11
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			12 - 20
7. Opis wybranego wariantu optymalnego			20
Załączniki:			
1 Obliczenia systemu c.w.u.			21
2 Określenie sprawności składowych systemów grzewczych			21
3 Bilans cieplny budynku - stan przed modernizacją			22 - 26
4 Bilans cieplny budynku - stan po modernizacji - Wariant 1			27 - 31

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	<i>tradycyjna</i>	<i>tradycyjna</i>
2	Liczba kondygnacji	1	1
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	821,5	821,5
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	142,9	142,9
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	142,9	142,9
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	2	2
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	brak instalacji	elektryczne podgrzewacze przepływowe
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	elektryczne grzejniki bezpośrednie, akumulacyjne	elektryczne grzejniki bezpośrednie, konwektorowe
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,65	0,65
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
2.Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	1,085	0,229
2	Daach/Stropodach/strop-pod-nieogrzewanymi-poddaszami	1,866	0,172
3	Podłoga na gruncie	0,395	0,395
4	Okna	5,0	0,9
5	Drzwi zewnętrzne	3,0	1,3
3.Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłu	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,94
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,85
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,98
4.Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	-	0,99
2	Sprawność przesyłu	-	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	1,00
4	Sprawność akumulacji	-	1,00
5.Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna/grawitacyjna	naturalna/grawitacyjna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez szczelności okien do kanałów wentylacyjnych	przez mikrowentylacje okien do kanałów wentylacyjnych
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	410,8	410,8
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6.Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	41,27	11,98
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	0,00	1,98
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	164,20	34,40
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	188,52	30,78
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	0,00	4,65
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	180	
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	0	
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	319,18	66,87
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	366,45	59,83
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00

11	Wskaźnik $E_{Ph}+w$ rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania cwu w budynku [kWh/(m ² rok)]	1 099,36	206,60
7.Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	75,24	75,24
2	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	13 812,90	13 812,90
3	Koszt przygotowania 1m3 ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	0,00	21,98
4	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na m-c [zł/(MW m-c)]	13 812,90	13 812,90
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	12,26	2,51
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	6,27	6,27
7	Inne (zł)	-	-
8.Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	81,21%
Planowane koszty całkowite [zł]	192 555		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	16 045		
<p>1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>2) 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>3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			

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

3.1 Dokumentacja projektowa

1. Inwentaryzacja budowlana budynku położonego w Pionkach ul.Polna 87B - 2017

2. Inwentaryzacja obiektu na potrzeby audytu - wyjaśnienie szczegółów dotyczących elementów konstrukcyjnych budynku, sposobu ogrzewania, przygotowania cwu.

3.2 Inne dokumenty

- 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 17 marca 2009 r.w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 w "sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" z późniejszymi zmianami
- PN-EN ISO 9838 - "Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.
- PN-EN ISO 6946 - "Elementy budowlane i części budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczeń."
- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 13370 - "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- PN-EN ISO 14683 - "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła"
- PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej
- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017"

3.3 Osoby udzielające informacji

Administrujący budynkiem

3.4 Data wizji lokalnej

IV.2017

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

1. Celem inwestycji powinno być uzyskanie jak największych oszczędności w zapotrzebowaniu na energię przez budynek.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

4a Ogólne dane o budynku

4a Ugołne dane o budynku

Identyfikator budynku		136/04/2017			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza	komunalna X	
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy	inny X	
Osiedle		-			
Adres		26 - 670 Pionki ul.Polna 87B			
Budynek	wolnostojący	X	w zabudowie szeregowej		
	bliźniak		blok mieszkalny wielorodzinny		
Rok budowy		1930	Rok zasiedlenia	1930	
Technologia wykonania budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowy (m2)	172,90	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura netto budynku (m3)	821,50	12	Liczba kondygnacji	1
3	Kubatura brutto ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szczybów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m3)	1 032,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle	5,75
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m2)	0,00	14	Liczba użytkowników	2
5	Powierzchnia korytarzy (m2)	0,00			
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m2)	0,00			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m2)	0,00			
8	Powierzchnia usługowych pomieszczeń ogrzewanych (m2)	142,90			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m2)	142,90			
10	Budynek podpiwniczony	nie			



elewacja zachodnia



elewacja wschodnia

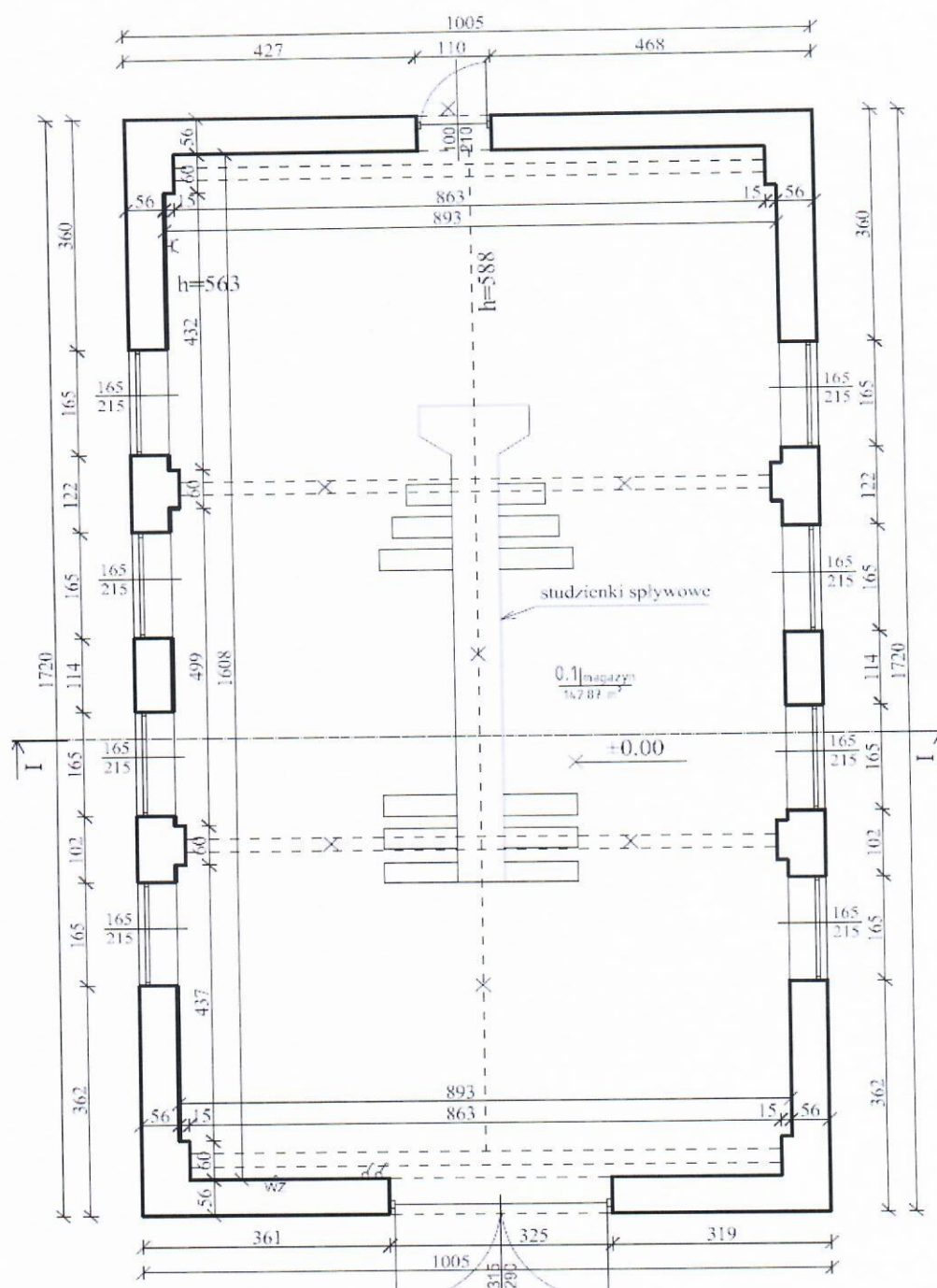


elewacja północna

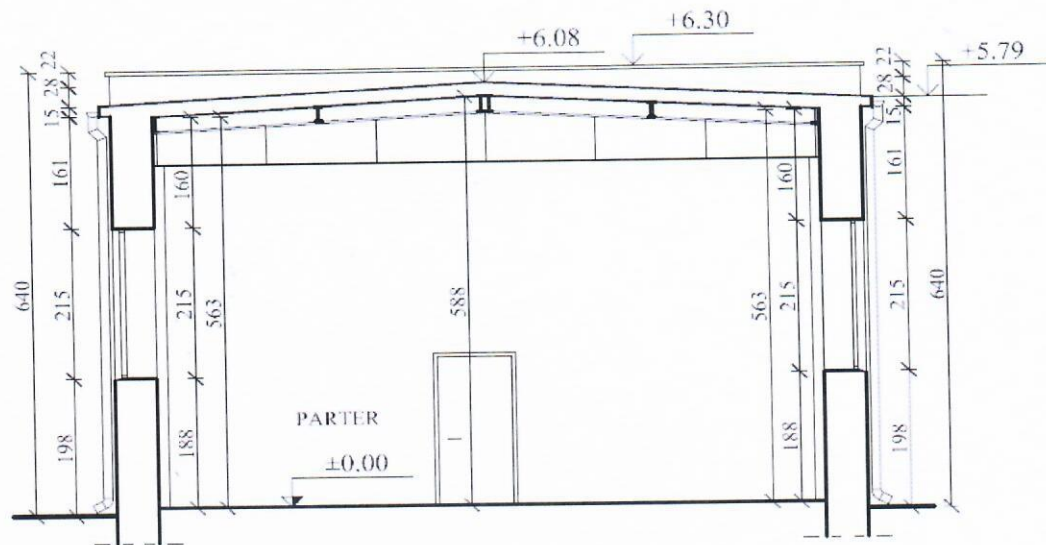


elewacja południowa

PARTER



PRZEKRÓJ PIONOWY



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. Dane ogólne

Budynek 1-kondygnacyjny, wzniesiono ok.1930 roku. Konstrukcja murowana z cegły pełnej o układzie podłużnych ścian nośnych. Stropodach żelbetowy, prefabrykowany, z płyt korytkowych, kryty papą. Budynek pełni funkcję gospodarczo-magazynową

2. Fundamenty

Ławy żelbetowe

3. Ściany zewnętrzne

Murowane z cegły pełnej o grubości 56 cm.

4. Ściany wewnętrzne

Brak

5. Stropodach

Stropodach budynku z prefabrykowanych elementów-płyt korytkowych, opartych na konstrukcji wsporczej stalowej, pokrycie papą termozgrzewalną.

6.Podłoga na gruncie

Podłoga betonowa lub gres, wylewka 5 cm, izolacja z papy, gruzobeton 15

7. Stolarka okienna i drzwiowa

Okna w ramach stalowych, szklone pojedynczą szybą, szacowany współczynnik $U = 5,0$ (W/m²K). Drzwi zewnętrznej drewniane, klepkowe, zły stan techniczny, szacowany współczynnik $U=3,0$ (W/m²K).

8. Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna.

9. Zasilanie ciepłem

Zasilanie z miejscowych elektrycznych grzejników akumulacyjnych.

10. Ogrzewanie

Elektryczne miejscowe

11. Ciepła woda użytkowa

Brak instalacji

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Pow.całk. m ²	Pow. do obliczeń strat ciepła (m ²)	U _k W/(m ² K)	Pow. okien (m ²)	U okna W/(m ² K)	Pow. drzwi (m ²)	U drzwi W/(m ² K)
1	szczytowa	W	57,8	48,66	1,085			9,14	3,00
2	podłużna	N	98,9	84,71	1,085	14,19	5,00		
3	szczytowa	E	57,8	55,70	1,085			2,10	3,00
4	podłużna	S	98,9	84,71	1,085	14,19	5,00		
5	stropodach	H	181,5	181,50	1,866				
6	podłoga na gruncie		172,9	172,90	0,395				

4d Charakterystyka energetyczna budynku

ad Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	q _{moc} (kW)	41,27
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla co i cwu)	q (kW)	41,27
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H (GJ) E=Q _H /A (kWh/ m2 a)	164,20
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło		319,18
5	z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q _s (GJ)	188,52
6	Taryfa opłat		
	opłata stała (moc zamówiona+przesył) miesięcznie	zł/MW	13 812,90
	opłata zmienna (ciepło+przesył) wg licznika	zł/GJ	75,24
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	6,27

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	elektryczna
2	Parametry instalacji	90 / 70 ° C
3	Przewody w instalacji	brak
4	Rodzaje grzejników	elektryczne
5	Oslonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostaatyczne	brak
7	Sprawności składowe syst. grzewczego	$\eta_g=0,99$ $\eta_d=1,0$ $\eta_e=0,88$ $\eta_s=1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 -2001	brak

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	brak instalacji
2	Piony i ich izolacja	brak
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c wg. obliczeń	2,6

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	410,8

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Brak kotłowni, ogrzewanie elektryczne miejscowe

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.**5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zły. Ściany zewnętrzne i stropodach w złym stanie, wykazują uszkodzenia, lub zawilgocenia. Przegrody zewnętrzne nie spełniają obecnych norm, ściany zewnętrzne z uwagi na swoją konstrukcję posiadają wysoki współczynnik przenikalności. Stropodach nie posiada izolacji cieplnej. Konstrukcja budynku sprawia, iż jest on bardzo energochłonny. Okna w większości w złym stanie technicznym, drzwi zewnętrzne w złym stanie.

5.2 System grzewczy

System grzewczy oparty o miejscowe elektryczne grzejniki akumulacyjne jest w złym stanie technicznym, wyeksploatowany i nieefektywny. Wysokie koszty eksploatacji.

5.3 System zaopatrzenia w cwu

Brak instalacji podgrzewu wody użytkowej.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne: wartości współczynnika przenikania ciepła U dla ścian są bardzo wysokie i generują duże straty ciepła z budynku	Należy docieplić ściany zewnętrzne co najmniej do uzyskania współczynnika przenikania ciepła poniżej 0,23 W/m ² K
2	Stropodach: wartości współczynnika przenikania ciepła są nieodpowiednie, nie spełniają norm.	Należy docieplić stropodach do uzyskania współczynnika U poniżej wartości wymaganej 0,18 W/m ² K
3	Okna w budynku w większości w złym stanie technicznym, drzwi zewnętrzne nieocieplone, konieczna wymiana.	Przewiduje się wymianę okien i drzwi w budynku z uwagi na ich zły stan techniczny.
4	System grzewczy - instalacja w złym stanie technicznym, wysokie koszty eksploatacji	Przewiduje się wymianę instalacji elektrycznej i montaż nowych elektrycznych grzejników konwektorowych z automatyczną regulacją
5	System przygotowania c.w.u. - brak instalacji	Przewiduje się montaż elektrycznych podgrzewaczy przepływowych przy punktach poboru cwu.

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

1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach budynku	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropianem.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
3	Poprawa sprawności instalacji ogrzewania	Montaż nowej instalacji grzewczej (instalacja zasilająca i grzejniki elektryczne konwektorowe z regulacją automatyczną).
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną.	Wymiana okien w budynku.
5	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne budynku.	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku.
6	Instalacja przygotowania ciepłej wody.	Montaż elektrycznych podgrzewaczy przepływowych przy punktach poboru cwu.
Uwagi:		

7 Ocena opłacalności i wybór usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) Oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- c) Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego i cwu
- d) Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termomodernizacji	jednostki
1	t_{wo} ściany zewnętrzne	+ 20	+ 20	°C
2	t_{zo} ściany zewnętrzne	- 20	- 20	°C
3	t_{wo} stropodach	+ 20	+ 20	°C
4	t_{zo} stropodach	- 20	- 20	°C
5	t_{wo} podłoga na gruncie	+ 20	+ 20	°C
6	t_{zo} podłoga na gruncie	temp.gruntu	temp.gruntu	°C
7	Sd	3686	3686	dzieńK/rok
	Oplaty za ciepło na cele grzewcze			
8	Stała	13 812,90	13 812,90	zł/MW/m-c
9	Zmienna	75,24	75,24	zł/GJ
10	Abonament	6,27	6,27	zł/m-c
	Oplaty za ciepło na podgrzanie cwu			
11	Stała	13 812,90	13 812,90	zł/MW/m-c
12	Zmienna	75,24	75,24	zł/GJ
13	Abonament	6,27	6,27	zł/m-c

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		ściany zewnętrzne				
Dane:						
powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	273,8	m ²			
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	273,8	m ²			
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	300,0	m ²			
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C			
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C			
liczba stopniociepno dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok			
Oplaty:	stała	zmienna	abonament			
co	Omo	13812,9 zł/MW/m-c	Ozo	75,24 zł/GJ	Abo	6,27 zł/m-c
	O _{m1}	13812,9 zł/MW/m-c	O _{z1}	75,24 zł/GJ	Ab1	6,27 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie ścian metodą ETICS z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,032 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,09	0,10	0,11	0,12
2	U _{co} , U _{c1}	W/(m ² K)	1,085	0,268	0,247	0,229	0,214
3	Q _{ou} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	94,61	23,35	21,55	20,00	18,67
4	q _{ou} , q _{1u} = 10 ⁻⁵ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0119	0,0029	0,0027	0,0025	0,0023
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{ou} * O _{zo} + 12(q _{ou} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		6 844,94	7 018,16	7 166,54	7 295,08
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		188,8	192,0	195,2	199,0
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		56 640	57 600	58 560	59 700
8	SPBT = Nu/ΔQ			8,275	8,207	8,171	8,184

	1	2	3	4
kalkulacja:	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	28,8	32,0	35,2	39,0
robocizna	70,0	70,0	70,0	70,0
sprzęt	50,0	50,0	50,0	50,0
pozostałe materiały	40,0	40,0	40,0	40,0
razem	188,8	192,0	195,2	199,0

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2017. Cena jednostkowa obejmuje przygotowanie/czyszczenie powierzchni ścian przed montażem nowego ocieplenia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów, ocieplenie ścian przyziemia.

Wybrany wariant:	3	Koszt:	58 560	SPBT:	8,17
------------------	---	--------	--------	-------	------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda		
		stropodach niewentylowany		
Dane:				
powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	182	m ²	
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	182	m ²	
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C	
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C	
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok	
Oplaty:	stała	zmienna	abonament	
co	Omo	13812,9 zł/MW/m-c Ozo	75,24 zł/GJ Abo	6,27 zł/m-c
	O _{m1}	13812,9 zł/MW/m-c Oz1	75,24 zł/GJ Ab1	6,27 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie stropu z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,038 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,11	0,12	0,13	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² K)/W		2,895	3,158	3,421	5,263
3	U _o , U ₁	W/(m ² K)	1,866	0,291	0,271	0,253	0,172
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	107,86	16,85	15,65	14,61	9,97
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} Sd \cdot A \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U_c$	MW	0,0135	0,0021	0,0020	0,0018	0,0013
6	Roczne oszczędności kosztów: $\Delta Q = Q_{0u} \cdot O_{zo} + 12(q_{0u} \cdot O_{mo} + A_{bo}) - Q_{1u} \cdot O_{z1} - 12(q_{1u} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		8 742,35	8 857,66	8 957,63	9 403,37
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		187,5	190,0	192,5	210,0
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		34 031	34 485	34 939	38 115
9	SPBT = Nu/ΔQ			3,893	3,893	3,900	4,053

	1	2	3	4
kalkulacja:	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	27,50	30,00	32,50	50,00
robocizna	70,00	70,00	70,00	70,00
sprzęt	40,00	40,00	40,00	40,00
pozostałe materiały	50,00	50,00	50,00	50,00
razem	187,50	190,00	192,50	210,00

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2017. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropodachu.

Wybrano wariant 4 z uwagi na osiągnięcie zalecanej wartości współczynnika przenikalności cieplnej stropodachu < 0,18 W/m²K

Wybrany wariant:	4	Koszt:	38 115	SPBT:	4,05
------------------	---	--------	--------	-------	------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji		Przedsięwzięcie	
Dane:		Okna zewnętrzne do wymiany	
powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	28,4	m ²
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	28,4	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	Vnom-o	411,0	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	411,0	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-
Opłaty:		abonament	
	stała	zmienna	
co	Omo	75,24	Abo
	Om1	75,24	Ab1

13812,9	zł/MW/m-c	Ozo	6,27	zł/m-c
13812,9	zł/MW/m-c	Oz1	6,27	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien w budynku, na okna w ramach Alu, szklone zestawami trzyszybowymi. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na okna o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wariant 2: Wymiana na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U_o, U_1	W/(m ² K)	5,0	1,3	0,9
2	Współczynniki korekcyjne	Ct	1,3	1,1	0,7
		Cm	1,5	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	45,22	11,76	8,14
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	57,90	48,99	31,18
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	103,12	60,75	39,32
6	$10^{-5} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0057	0,0015	0,0010
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0084	0,0067	0,0056
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0141	0,0082	0,0066
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		4 162,78	6 036,06
10	Koszt wymiany okien Nok	zł		24 140	34 080
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł		24 140	34 080
14	$SPBT = (Nok + Nw) / (\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w)$	lata		5,80	5,65

Wariant 1: Wymiana na okna o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koszt wymiany okien: 28,4 x 850,00 zł = 24140 zł

Wariant 2: Wymiana na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koszt wymiany okien: 28,4 x 1 200,00 zł = 34080 zł

Przyjęto ceny jednostkowe netto 1 m² okien na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2017. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	34 080	SPBT:	5,65
------------------	---	--------	--------	-------	------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
Dane:				Drzwi zewnętrzne do wymiany	
powierzchnia drzwi w stanie istniejącym	Aok	11,2	m ²		
powierzchnia drzwi po termomodernizacji	A1k	11,2	m ²		
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C		
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C		
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	Vnom-o	411,0	m ³ /h		
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	411,0	m ³ /h		
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok		
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-		
Oplaty:	stała	zmienna		abonament	
co	Omo	13812,9	zł/MW/m-c	Ozo	75,24
	Om1	13812,9	zł/MW/m-c	Oz1	75,24
				Ab0	6,27
				Ab1	6,27

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich drzwi w budynku, na drzwi stalowe, ocieplone. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na drzwi o $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wariant 2: Wymiana na drzwi o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedm.miały	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi $U_{o,U1}$	W/(m ² K)	3,0	1,7	1,3
2	Współczynniki korekcyjne C_t C_m	-	1,3	1,0	0,7
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	10,70	6,06	4,64
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_t \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	57,90	44,54	31,18
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	68,60	50,60	35,81
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0013	0,0008	0,0006
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0084	0,0056	0,0056
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0097	0,0064	0,0062
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		1 914,01	3 056,41
10	Koszt wymiany okien Nok	zł		12 320	16 800
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł		12 320	16 800
14	$SPBT = (Nok + Nw) / (\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w)$	lata		6,44	5,50

Wariant 1: Wymiana na drzwi o $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koszt wymiany drzwi: 11,2 x 1 100,00 zł 12320 zł

Wariant 2: Wymiana na drzwi o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koszt wymiany drzwi: 11,2 x 1 500,00 zł 16800 zł

Przyjęto ceny jednostkowe netto 1 m² drzwi na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2017. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych drzwi.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	16 800	SPBT:	5,50
------------------	---	--------	--------	-------	------

Ocena opłacalności i wybór wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu	η_o	0,871 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną	Q_{co}	41,27 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q_{co}	164,20 GJ/a
Przerwy dobowe	wd_o	1,0 -
Przerwy tygodniowe	wt_o	1,0 -

Oplaty:	stała		zmienna		abonament	
co	O _{mo}	13812,9	zł/MW	O _{zo}	75,24	zł/GJ
	O _{m1}	13812,9	zł/MW	O _{z1}	75,24	zł/GJ
				Abo	6,27	zł/m-c
				Ab1	6,27	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego:

W1 - modernizacja instalacji ogrzewania: wymiana grzejników akumulacyjnych na nowe.						
η_1	=	0,99*1,0*0,91	0,901	wd_1	=	1,00
wt_1	=	1,00				
W2 - zmiana instalacji i grzejników elektrycznych na nowe, konwektorowe z automatyczną regulacją						
η_1	=	0,99*1,0*0,94	0,931	wd_1	=	0,98
wt_1	=	0,85				
Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		164,20	164,20	
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		41,27	41,27	
3	$A_o = Wt_o * Wd_o * Q_{oco} * O_{zo} / \eta_o$	zł/a	14 184,17			
4	$A_1 = Wt_1 * Wd_1 * Q_{1co} * O_{z1} / \eta_1$	zł/a		13 713,41	11 058,70	
5	$B_o = 12 * (q_{oco} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	6 915,94			
6	$B_1 = 12 * (q_{1co} * O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		6 915,94	6 915,94	
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{oco} = A_o + B_o$	zł/a	21 100,11			
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a		20 629,35	17 974,64	
9	Roczna oszczędność kosztów ΔOco	zł		470,76	3 125,47	
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu			8 000	45 000	
11	SPBT = Nu/ ΔQ	lata		16,994	14,398	

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych netto w I kwartale 2017

W1 - obejmuje: zmianę grzejników elektrycznych na nowe = 8000 zł

W2 - obejmuje wymianę instalacji i grzejników na konwektorowe, montaż przepływowych podgrzewaczy cwu = 45000 zł

Wybrany wariant:	2	Koszt:	45 000	SPBT:	14,40
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowany koszt robót (zł)	SPBT (lata)
1	Docieplenie stropodachu styropianem, warstwą o grubości minimum 20 cm	38 115	4,05
2	Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi stalowe ocieplone o współczynniku $U=1,3$	16 800	5,50
3	Wymiana okien na okna w ramach aluminiowych, trzyszybowe, o współczynniku $U=0,9$	34 080	5,65
4	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda=0,032$) o grubości min 11 cm	58 560	8,17
5	Wymiana instalacji elektrycznej i grzejników na elektryczne konwektorowe z automatyczną regulacją, montaż przepływowych, elektrycznych podgrzewaczy wody użytkowej	45 000	14,40
Razem	wariant maksymalny	192 555	

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres	Numer wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Docieplenie stropodachu	X	X	X	X	X
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	
3	Wymiana okien	X	X	X		
4	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X			
5	Wymiana instalacji ogrzewania	X				

Lp.	Zakres	Numer wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Docieplenie stropodachu	38 115 zł	38 115 zł	38 115 zł	38 115 zł	38 115 zł
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	16 800 zł	16 800 zł	16 800 zł	16 800 zł	
3	Wymiana okien	34 080 zł	34 080 zł	34 080 zł		
4	Docieplenie ścian zewnętrznych	58 560 zł	58 560 zł			
5	Wymiana instalacji ogrzewania	45 000 zł				
Koszt sumaryczny wariantu =		192 555 zł	147 555 zł	88 995 zł	54 915 zł	38 115 zł

Obliczenie oszczędności kosztów dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Opłaty:		stała		zmienna		abonament			
CO	O _{mo}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{zo}	75,24	zł/GJ	Abo	6,27	zł/m-c
	O _{m1}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{z1}	75,24	zł/GJ	Ab1	6,27	zł/m-c
CWU	O _{mo}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{zo}	75,24	zł/GJ	Abo	6,27	zł/m-c
	O _{m1}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{z1}	75,24	zł/GJ	Ab1	6,27	zł/m-c

wariantu	Q _{oco}	q _{oco}	η_o		Q _{ocw}	q _{ocw}	O _{or}
stan obecny	164,20	41,27	0,871				
			1,00	1,00	0,00	0,00	21 175

Nr wariantu	Q _{1co} GJ	q _{1co} kW	η_1 Wt1 Wd1		Q _{1cw} GJ	q _{1cw} kW	O _{1r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	34,40	11,98	0,931		4,65	1,98	5 131	16 045	192 555
			0,85	0,98					
2	34,40	11,98	0,871		0,00	0,00	5 108	16 068	147 555
			1,00	1,00					
3	99,92	24,98	0,871		0,00	0,00	12 922	8 253	88 995
			1,00	1,00					
4	111,88	29,26	0,871		0,00	0,00	14 665	6 510	54 915
			1,00	1,00					
5	114,91	29,96	0,871		0,00	0,00	15 043	6 133	38 115
			1,00	1,00					

Obliczenie zmniejszenia emisji CO₂ w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla ogrzewania i wentylacji Q _{KH} [GJ/rok]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla podgrzewu cwu Q _{KW} [GJ/rok]	Q _{KH} + Q _{KW} [GJ/rok]	emisja CO ₂ [ton CO ₂ /rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
0	188,52	0,00	188,52	43,54		
1	30,78	4,65	35,43	8,18	35,36	81,21%

Do obliczeń przyjęto wskaźniki emisji dla paliw wg wytycznych "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017"

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[ton/rok]
1	2	3	4	5
1	192 555	16 045	81,21%	35,36
2	147 555	16 068	79,05%	34,42
3	88 995	8 253	39,15%	17,05
4	54 915	6 510	31,86%	13,87
5	38 115	6 133	30,02%	13,07

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny jako optymalny wybrano **wariant 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, na który składają się następujące usprawnienia:

- 1 Docieplenie stropodachu
- 2 Wymiana drzwi zewnętrznych
- 3 Wymiana okien
- 4 Docieplenie ścian zewnętrznych
- 5 Wymiana instalacji ogrzewania

w wyniku modernizacji:

1. Oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie: 81,2%
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO₂ wyniesie: 81,2%

Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji

- Opis robót

	koszt	powierzchnia
Docieplenie stropodachu styropianem, warstwą o grubości minimum 20 cm	38 115 zł	182,0 m ²
Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi stalowe ocieplone o współczynniku U=1,3	16 800 zł	11,2 m ²
Wymiana okien na okna w ramach aluminiowych, trzyszybowe, o współczynniku U=0,9	34 080 zł	28,4 m ²
Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda=0,032$) o grubości min 11 cm	58 560 zł	300,0 m ²
Wymiana instalacji elektrycznej i grzejników na elektryczne konwektory z automatyczną regulacją, montaż przepływowych, elektrycznych podgrzewaczy wody użytkowej	45 000 zł	-
Razem koszty	192 555 zł	
1. Kalkulowany koszt robót	192 555 zł	
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	16 045 zł	
3. Czas zwrotu nakładów SPBT	12,00 lat	

Załączniki - Obliczenia cieplne

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłota właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej." (Dz.U. 2015 poz.376)

1. Obliczenia systemu c.w.u.**Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

Charakterystyka systemu c.w.u.	jednostka	budynek po modernizacji
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} =	[dm ³ /(m ² *doba)]	0,6
Jednostka odniesienia - A_f =	m ²	142,9
Temp. ciepłej wody w podgrzewaczu Θ_{CW} =	[°C]	55
Temp. wody zimnej Θ_{ZW} =	[°C]	10
Czas użytkowania $t_{uz} \cdot k_R$ =	doba / rok	284,7
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot 4,19 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (3600)$	kWh / rok	1 278,48
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ =	GJ/rok	4,60
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00
sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	-	1,00
sprawność sezonowego wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,990
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh / rok	1 291,40
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	4,65

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu $V_{h,gr} = (A_f \cdot V_{wi}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,005
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	7,87
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = 4,19 \cdot 1000 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,190
Maksymalna moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{max} =	kW	1,98
Średnia moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{sr} =	kW	0,25

2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych - stan obecny

CO	Energia elektryczna		
	sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g} = 0,99$	Elektryczne grzejniki bezpośrednie akumulacyjne
	sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d} = 1,00$	Źródło ciepła w pomieszczeniu - ogrzewanie elektryczne
	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} = 0,88$	Elektryczne grzejniki bezpośrednie akumulacyjne z regulacją proporcjonalną
	sprawność akumulacji	$\eta_{H,s} = 1,00$	Brak zasobnika buforowego
	sprawność całkowita	$\eta_{H,tot} = 0,871$	

CWU	Brak instalacji		
	sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g} = 0,00$	
	sprawność dystrybucji	$\eta_{W,d} = 0,00$	
	sprawność akumulacji	$\eta_{W,s} = 0,00$	
	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{W,e} = 0,00$	
	sprawność całkowita	$\eta_{W,tot} = 0,000$	