

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Adres budynku	26 - 670 Pionki ul.Polna 81
Zamawiający	Gmina Miasto Pionki, Al. Jana Pawła II 15, 26-670 Pionki
Wykonawca audytu	<p>Cendos.pl Sławomir Stefaniak 02 - 796 Warszawa, Wąwozowa 20/8</p> <p>nr opracowania 137/04/2017</p>

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	gospodarczo-magazynowy	1.2 Rok budowy	1970
1.3 Inwestor	Gmina Miasto Pionki Al. Jana Pawła II 15 26-670 Pionki	1.4 Adres budynku	
		26 - 670 Pionki ul.Polna 81	
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 [m3]	942,5	942,5
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	250,4	250,4
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m2]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	250,4	250,4
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	10	10
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]	0,81	0,81
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,787	0,199
2	Dałch/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	1,866	0,172
3	Podłoga na gruncie	0,370	0,370
4	Okna	2,6	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 nieszczelności okien do kanałów wentylacyjnych	przez mikrowentylacje okien do kanałów wentylacyjnych
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	470,8	470,8
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	47,01	14,38
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	0,00	2,35
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	286,69	62,64
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	329,15	56,05
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	0,00	8,15
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	300	
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/(m2 rok)]	318,04	69,49
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	365,14	62,17
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00

11	Wskaźnik EPh+W rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania cwu w budynku [kWh/(m2 rok)]	1 095,42	213,63
7.Opłaty 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	18,52
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)]	10,84	2,20
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 [%]	80,50%
Planowane koszty całkowite [zł]	238 540		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	24 955		
<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 81 - 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 - "Ciepłota 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

Identyfikator budynku		137/04/2017			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza		komunalna X
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy		inny X
Osiedle		-			
Adres		26 - 670 Pionki ul.Polna 81			
Budynek	wolnostojący	X		w zabudowie szeregowej	
	bliźniak			blok mieszkalny wielorodzinny	
Rok budowy		1970		Rok zasiedlenia	1970
Technologia wykonania budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowy (m2)	304,00	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura netto budynku (m3)	942,50	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, sztybów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m3)	1 205,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle	3,25/4,27
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m2)	0,00	14	Liczba użytkowników	10
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)	250,40			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m2)	250,40			
10	Budynek podpiwniczony	nie			



elewacja zachodnia



elewacja wschodnia



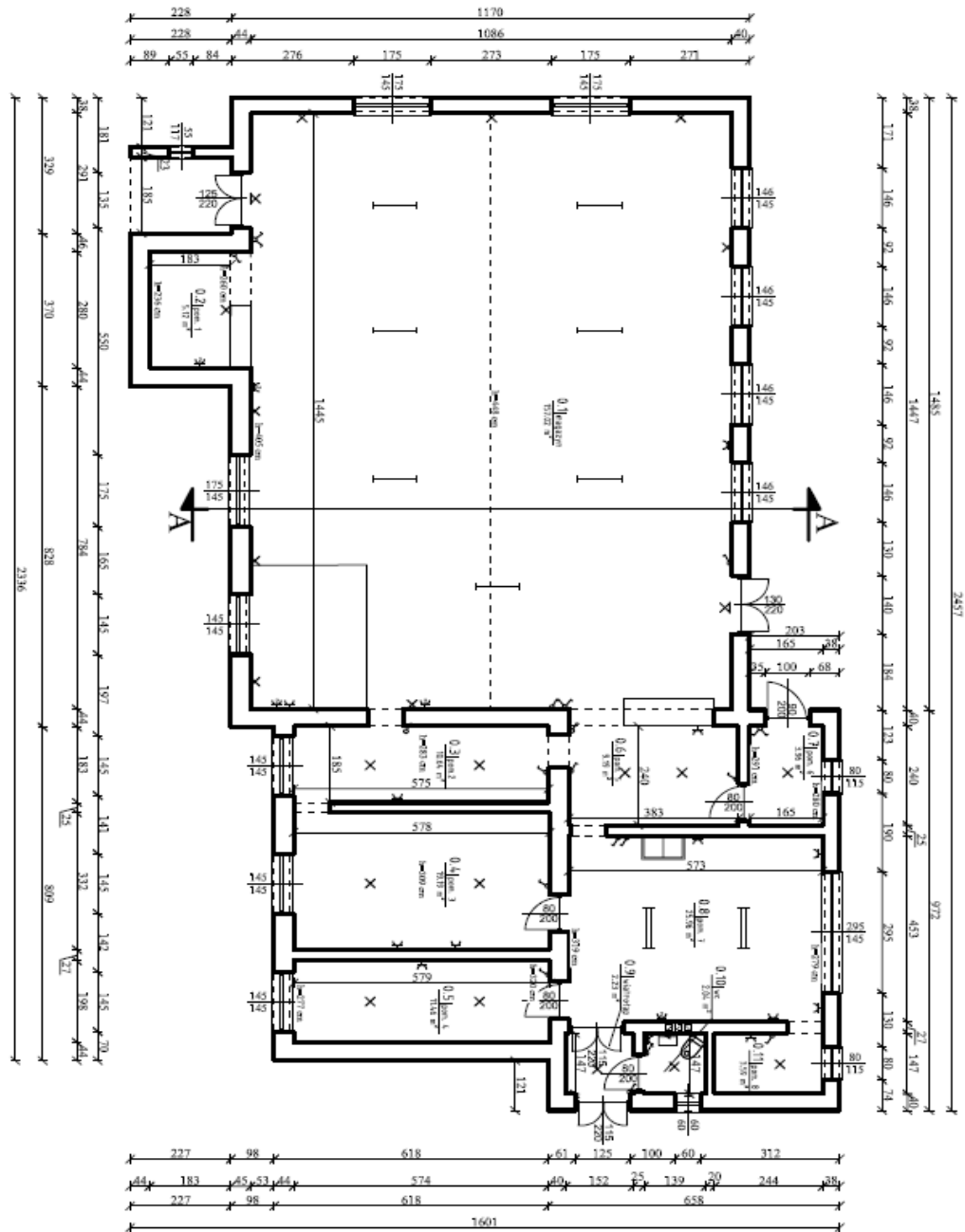
elewacja północna



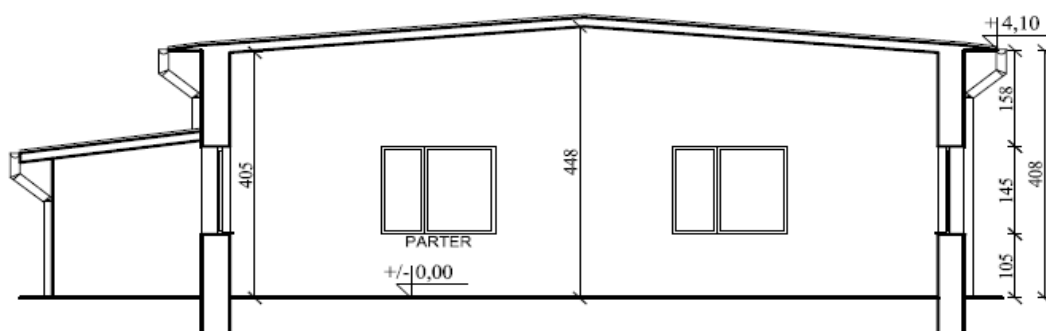
elewacja południowa

4b. Szkic budynku

PARTER



PRZEKRÓJ PIONOWY



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. Dane ogólne

Budynek 1-kondygnacyjny, niepodpiwniczony, wzniesiono ok.1970 roku. Konstrukcja murowana z gazobetonu, o układzie poprzecznych ścian nośnych. Stropodach żelbetowy, prefabrykowany, z płyt korytkowych, kryty papą. Budynek pełni funkcję gospodarczo-magazynową

2. Fundamenty

Ławy żelbetowe

3. Ściany zewnętrzne

Murowane z gazobetonu o grubości 40-42 cm.

4. Ściany wewnętrzne

Murowane z cegły pełnej i gazobetonu, 20, 25 cm

5. Stropodach

Stropodach budynku z prefabrykowanych elementów-płyt korytkowych, opartych na konstrukcji wsporczej stalowej kratownicowej, 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 drewniane, zespolone, szklone podwójną szybą, szacowany współczynnik $U = 2,6$ (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	S	63,4	56,52	0,787	5,08	2,60	1,80	3,00
2	podłużna	W	97,3	79,91	0,787	14,53	2,60	2,86	3,00
3	szczytowa	N	63,4	60,51	0,787	0,36	2,60	2,53	3,00
4	podłużna	E	97,3	83,58	0,787	10,95	2,60	2,77	3,00
5	stropodach	H	304,0	304,00	1,866				
6	podłoga na gruncie		304,0	304,00	0,370				

4d Charakterystyka energetyczna budynku

1a Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	q _{moc} (kW)	47,01
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla co i cwu)	q (kW)	47,01
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H (GJ)	286,69
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	E=Q _H /A (kWh/ m ² a)	318,04
5	z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q _s (GJ)	329,15
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	Ostonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostatyczne	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	4,5

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	470,8

4h. Charakterystyka wężła 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
	Oплаты 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
	Oплаты 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		281		m ²		
powierzchnia przegrody po modernizacji		A1		281		m ²		
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu		A1k		300		m ²		
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		two		20		°C		
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		tzo		-20		°C		
liczba stopniocdni dla przegrody		Sd =		3686		dzień*K/rok		
Opłaty:		stała		zmienna		abonament		
co	Omo	13812,9	zł/MW/m-c	Ozo	75,24	Abo	6,27	zł/m-c
	Om1	13812,9	zł/MW/m-c	Oz1	75,24	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		0,10	0,11	0,12	0,13
2	U _{co} , U _{c1}	W/(m ² K)	0,787	0,227	0,212	0,199	0,188
3	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	70,43	20,36	19,01	17,82	16,78
4	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0088	0,0026	0,0024	0,0022	0,0021
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{zo} + 12(q _{0u} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		4 809,66	4 939,47	5 053,11	5 153,44
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		172,0	175,2	178,2	182,0
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		51 600	52 560	53 460	54 600
8	SPBT = Nu/ΔQ			10,728	10,641	10,580	10,595

	1	2	3	4
kalkulacja:	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	32,0	35,2	38,2	42,0
robocizna	70,0	70,0	70,0	70,0
sprzęt	40,0	40,0	40,0	40,0
pozostałe materiały	30,0	30,0	30,0	30,0
razem	172,0	175,2	178,2	182,0

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:	53 460	SPBT:	10,58
------------------	---	--------	--------	-------	-------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				stropodach niewentylowany	
Dane:					
	powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	304	m ²	
	powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	304	m ²	
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C	
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C	
	liczba stopniocdni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok	
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
				Abo	6,27
				Ab1	6,27

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		0,09	0,10	0,11	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² K)/W		2,368	2,632	2,895	5,263
3	U _o , U ₁	W/(m ² K)	1,866	0,344	0,316	0,291	0,172
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-9} Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	180,66	33,33	30,57	28,22	16,69
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} Sd \cdot A \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U_c$	MW	0,0227	0,0042	0,0038	0,0035	0,0021
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		14 151,59	14 417,62	14 642,84	15 749,99
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		193,0	194,5	196,0	220,0
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		58 672	59 128	59 584	66 880
9	SPBT = Nu/ΔQ			4,146	4,101	4,069	4,246

	1	2	3	4
kalkulacja:	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	23,00	24,50	26,00	50,00
robocizna	70,00	70,00	70,00	70,00
sprzęt	40,00	40,00	40,00	40,00
pozostałe materiały	60,00	60,00	60,00	60,00
razem	193,00	194,50	196,00	220,00

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:	66 880	SPBT:	4,25
------------------	---	--------	--------	-------	------

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	31,0	m ²		
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	31,0	m ²		
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C		
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C		
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V _{nom-o}	471	m ³ /h		
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V _{nom-1}	471,0	m ³ /h		
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok		
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-		
Oplaty:	stała	zmienna		abonament	
co	O _{mo}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{zo}	75,24 zł/GJ
	O _{m1}	13812,9	zł/MW/m-c	O _{z1}	75,24 zł/GJ
				A _{bo}	6,27 zł/m-c
				A _{b1}	6,27 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien w budynku, na okna pcv, 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)	2,6	1,3	0,9
2	Współczynniki korekcyjne C_t	-	1,2	1,0	0,7
	C_m	-	1,3	1,1	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	25,67	12,83	8,89
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_t \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	61,25	51,04	35,73
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	86,92	63,88	44,61
6	$10^{-6} A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0032	0,0016	0,0011
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0083	0,0070	0,0064
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0116	0,0087	0,0075
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		2 213,28	3 850,90
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		26 350	37 200
11	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł		26 350	37 200
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w)$	lata		11,91	9,66

Wariant 1: Wymiana na okna o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany okien: 31 x 850,00 zł 26350 zł

Wariant 2: Wymiana na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany okien: 31 x 1 200,00 zł 37200 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:	37 200	SPBT:	9,66
------------------	----------	--------	---------------	-------	-------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Drzwi zewnętrzne do wymiany

Dane:

powierzchnia drzwi w stanie istniejącym	Aok	10,0	m ²
powierzchnia drzwi po termomodernizacji	A1k	10,0	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	471,0	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	471,0	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Oplaty:	stała		zmienna		abonament	
co	Omo	13812,9	zł/MW/m-c Ozo	75,24	zł/GJ Abo	6,27
	Om1	13812,9	zł/MW/m-c Oz1	75,24	zł/GJ 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 W/m2K

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi Uo,U1	W/(m2 K)	3,0	1,7	1,3
2	Współczynniki korekcyjne $\frac{Ct}{Cm}$	-	1,3	1,1	1,0
3	$8,64 * 10^{-5} Sd * Aok * U$	GJ/a	9,55	5,41	4,14
4	$2,94 * 10^{-5} Ct * Cw * Vnom * Sd$	GJ/a	66,35	56,15	51,04
5	Q0u,Q1u= poz3 + poz4	GJ/a	75,91	61,56	55,18
6	$10^{-6} Aok * (t_{wo} - t_{zo}) * U$	MW	0,0012	0,0007	0,0005
7	$3,4 * 10^{-7} C_m * V_{nom} (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0096	0,0077	0,0064
8	q0u,q1u= poz6+poz7	MW	0,0108	0,0084	0,0069
9	Roczne oszczędności $\Delta Qok + \Delta Qw$	zł		1 484,30	2 203,05
10	Koszt wymiany okien Nok	zł		12 000	16 000
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		12 000	16 000
14	SPBT=(Nok+Nw)/ ($\Delta Qok + \Delta Qw$)	lata		8,08	7,26

Wariant 1: Wymiana na drzwi o U = 1,7 W/m2K
 Koszt wymiany drzwi: 10 x 1 200,00 zł 12000 zł

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K
 Koszt wymiany drzwi: 10 x 1 600,00 zł 16000 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:	16 000	SPBT:	7,26
------------------	----------	--------	---------------	-------	-------------

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}	47,01 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q_{co}	286,69 GJ/a
Przerwy dobowe	wd_o	1,0 -
Przerwy tygodniowe	wt_o	1,0 -

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	O_{mo}	O_{zo}	A_{bo}
	O_{m1}	O_{z1}	A_{b1}
	13812,9 zł/MW	75,24 zł/GJ	6,27 zł/m-c
	13812,9 zł/MW	75,24 zł/GJ	6,27 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego:

W1 - modernizacja instalacji ogrzewania: wymiana grzejników akumulacyjnych na nowe.

$$\eta_1 = 0,99 \cdot 1,0 \cdot 0,91 \quad 0,901 \quad wd_1 = 1,00 \quad wt_1 = 1,00$$

W2 - zmiana instalacji i grzejników elektrycznych na nowe, konwektorowe z automatyczną regulacją

$$\eta_1 = 0,99 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \quad 0,931 \quad wd_1 = 0,98 \quad wt_1 = 0,85$$

Lp.	Opis	jedn.miar	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		286,69	286,69
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		47,01	47,01
3	$A_o = Wt_o \cdot Wd_o \cdot Q_{oco} \cdot O_{zo} / \eta_o$	zł/a	24 765,28		
4	$A_1 = Wt_1 \cdot Wd_1 \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		23 943,34	19 308,27
5	$B_o = 12 \cdot (q_{oco} \cdot O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	7 867,37		
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		7 867,37	7 867,37
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{oco} = A_o + B_o$	zł/a	32 632,65		
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a		31 810,71	27 175,64
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł		821,94	5 457,01
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu			12 000	65 000
11	SPBT = Nu/ ΔQ	lata		14,600	11,911

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 = 12000 zł

W2 - obejmuje wymianę instalacji i grzejników na konwektorowe, montaż przepływowych podgrzewaczy cwu = 65000 zł

Wybrany wariant:	2	Koszt:	65 000	SPBT:	11,91
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

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	66 880	4,25
2	Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi stalowe ocieplone o współczynniku U=1,3	16 000	7,26
3	Wymiana okien na okna w ramach aluminiowych, trzyszybowe, o współczynniku U=0,9	37 200	9,66
4	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda=0,032$) o grubości min 12 cm	53 460	10,58
5	Wymiana instalacji elektrycznej i grzejników na elektryczne konwektorowe z automatyczną regulacją, montaż przepływowych, elektrycznych podgrzewaczy wody użytkowej	65 000	11,91
Razem	variant maksymalny	238 540	

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	66 880 zł	66 880 zł	66 880 zł	66 880 zł	66 880 zł
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	16 000 zł	16 000 zł	16 000 zł	16 000 zł	
3	Wymiana okien	37 200 zł	37 200 zł	37 200 zł		
4	Wymiana okien	53 460 zł	53 460 zł			
5	Docieplenie ścian zewnętrznych	65 000 zł				
Koszt sumaryczny wariantu =		238 540 zł	173 540 zł	120 080 zł	82 880 zł	66 880 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	286,69	47,01	0,871		0,00	0,00	32 708
			1,00	1,00			

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	62,64	14,38	0,931		8,15	2,35	7 753	24 955	238 540
			0,85	0,98					
2	62,64	14,38	0,871		0,00	0,00	7 945	24 763	173 540
			1,00	1,00					
3	148,99	25,98	0,871		0,00	0,00	17 327	15 381	120 080
			1,00	1,00					
4	155,39	27,87	0,871		0,00	0,00	18 193	14 515	82 880
			1,00	1,00					
5	159,41	28,48	0,871		0,00	0,00	18 642	14 066	66 880
			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	329,15	0,00	329,15	76,02		
1	56,05	8,15	64,19	14,83	61,20	80,50%

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	238 540	24 955	80,50%	61,20
2	173 540	24 763	78,15%	59,41
3	120 080	15 381	48,03%	36,52
4	82 880	14 515	45,80%	34,82
5	66 880	14 066	44,40%	33,75

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: 80,5%
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO₂ wyniesie: 80,5%

Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji

- Opis robót

	koszt	powierzchnia
Docieplenie stropodachu styropianem, warstwą o grubości minimum 20 cm	66 880 zł	304,0 m ²
Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi stalowe ocieplone o współczynniku U=1,3	16 000 zł	10,0 m ²
Wymiana okien na okna w ramach aluminiowych, trzyszybowe, o współczynniku U=0,9	37 200 zł	31,0 m ²
Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda=0,032$) o grubości min 12 cm	53 460 zł	300,0 m ²
Wymiana instalacji elektrycznej i grzejników na elektryczne konwektory z automatyczną regulacją, montaż przepływowych, elektrycznych podgrzewaczy wody użytkowej	65 000 zł	-
Razem koszty	238 540 zł	
1. Kalkulowany koszt robót	238 540 zł	
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	24 955 zł	
3. Czas zwrotu nakładów SPBT	9,56 lat	

Załączniki - Obliczenia ciepłe

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje grzewcze 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.

brak instalacji w stanie przed modernizacją

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	250,4
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 $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot 4,19 \cdot (\Theta_{CW} - 10) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (3600)$	kWh / rok	2 240,25
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ =	GJ/rok	8,06
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	2 262,88
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	8,15

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu $V_{h\bar{s}r} = (A_f \cdot V_{wi}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,008
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	5,31
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	2,35
Średnia moc na potrzeby cwu $q_{cwu}^{\bar{s}r}$ =	kW	0,44

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	