

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia remontowego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 21.11.2008 wraz z późniejszymi zmianami

Adres budynku	ulica: Bohaterów Warszawy 38 kod: 44-280 miejscowość: Rydułtowy powiat: wodzisławski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Waldemar Bober tytuł zawodowy: mgr inż. arch. nr opracowania:

1. Strona identyfikacyjna części audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne części audytu energetycznego budynku.			
1.1. Nazwa	budynek mieszkalny	1.2. Rok budowy	1918
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Zakład Gospodarki Komunalnej	1.4. Adres budynku	
	ul. Raciborska nr 15 kod 44-280 miejscowość Rydułtowy tel. fax. PESEL Nazwa nr	ul. Bohaterów Warszawy nr 38 kod 44-280 miejscowość: Rydułtowy powiat: wodzisławski województwo: śląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
STUDIO ARCHITEKTURY BOBER, Waldemar Bober 44-310 Radlin, ul. Rymera 51d REGON: 241654835			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. arch. Waldemar Bober upr. Nr RZ/A-01/10			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontowego	
1			
2			
3			
5. Miejscowość	Radlin	Data wykonania opracowania	kwiecień 2019
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku		str. 2	
2. Karta audytu energetycznego budynku		str. 3	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		str. 5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 6	
5. Ocena stanu technicznego budynku		str. 10	
6. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 11	
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 12	
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str. 26	

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 322	1 322
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m ²]	335,34	335,34
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	306,94	306,94
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	10	10
8.	Liczba osób użytkujących budynek	21	21
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana indywidualnie	ciepła woda przygotowywana centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie indywidualne	ogrzewanie zdalaczynne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,75	0,75
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,45	0,18
2.	Ściany wewnętrzne strychu	3,01	0,27
2.	Dach	0,93	0,15
3.	Strop nad piwnicą	1,35	1,35
4.	Podłoga na gruncie	0,65	0,65
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,60	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,70	0,89
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. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,85
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1 320	1 320
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,0	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	60,67	23,04
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	6,50	6,50
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	395,48	123,38
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	869,94	169,37
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	58,50	40,93

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak pomiarów	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	357,91	111,65
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	787,30	153,28
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	39,59	42,22
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	17,07	17,07
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie cwu na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	9,98	2,41
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	392 075	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	77,3
Planowane koszty całkowite [zł]	392 075	Premia termomodernizacyjna [zł]	55 756
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			27 878
9. Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię w wyniku realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			77,26%
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{oze} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniami dotyczącymi sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania cwu. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Dokumentacja archiwalna udostępniona przez Inwestora

3.2. Inne dokumenty

-

3.3. Osoby udzielające informacji

-
-

3.4. Data wizji lokalnej

04.2019

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów

3.6. Wielkość środków własnych Inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia

Brak danych

3.7. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez Inwestora

Brak danych

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny x	mieszk-usługowy	inny
Osiedle			
Adres	44 - 280 Rydułtowy, ul. Bohaterów Warszawy 38		
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej	x
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	x

Rok budowy		1918	Rok zasiedlenia		1918
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
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit x
szkieletowa		inna, jaka:			
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	232,20	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 278,10	12	Liczba kondygnacji	3
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	936,16	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,00; 2,75;2,3 5
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	306,94	14	Liczba mieszkańców	21
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	28,40	15	Liczba mieszkań	10
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	10
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] podać przeznaczenie pomieszczeń		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+6+7+8] [m ²]	306,94	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	6
10	Budynek podpiwniczony	Tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	4

¹⁾ wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

²⁾ j.w.

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny, wielorodzinny - trójkondygnacyjny, dwuklatkowy, częściowo podpiwniczony.

Wykonany w technologii tradycyjnej murowanej z cegły pełnej o grubości ścian zewnętrznych 42, 45, 55 cm. Ściany zewnętrzne od wewnątrz wykończone tynkiem cem. - wap., od strony zewnętrznej tynk.

Ściany wewnętrzne murowane z cegieł pełnych i dziurawek na zaprawie cementowo-wapiennej otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym. Grubość ścian wynosi 38, 25 i 12 cm

Dach o konstrukcji drewnianej, kryty papą

Stolarka okienna części mieszkalnej w dostatecznym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Drzwi wejściowe w dostatecznym stanie technicznym, współczynnik przenikania ciepła ocenia się na $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Stropy międzypiętrowe drewniane

Strop nad piwnicą stalowo - ceramiczny.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całkow.	Pow. do obl. strat ciepła	U_k	Pow. okien	U okna	Pow. drzwi	U drzwi
			m ²	m ²	W/(m ² .K)	m ²	W/(m ² .K)	m ²	W/(m ² .K)
1	Ściany zewnętrzne	SW	147,01	125,65	1,45	10,47	2,60	2,57	2,60
		NW	110,14	86,59		8,77	2,60	-	-
		NE	144,43	125,65		15,43	2,60	2,73	2,60
		SE	109,83	86,59		9,17	2,60	-	-
2	Stropodach		173,73	189,37	0,93	-	-	-	-
3	Strop nad piwnicą		142,20	189,37	1,35	-	-	-	-
4	Podłoga na gruncie		142,20	189,37	0,65	-	-	-	-
5	Ściany wewnętrzne strychu		71,12	71,12	3,01	-	-	-	-

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 60,67
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW] 67,17
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 395,48
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m³a] 0,30
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 869,94
6.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW 0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ 39,59
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie indywidualne węglowe
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	Przewody stalowe
4.	Rodzaje grzejników	W przeważającej części mieszkań grzejniki członowe żeliwne.
5.	Oslonięcie grzejników	NIE
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d= 1,00$ $\eta_e= 0,70$ $\eta_g= 0,65$ $\eta_s= 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po 1984 roku	NIE

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Podgrzewacze indywidualne węglowe, w części elektryczne
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan dobry
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	NIE
4.	Zużycie ciepłej wody w m³/m-c określone wg. pomiaru	brak pomiarów

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m³/h	1 320

4.h. Charakterystyka wężla ciepłego lub kotłowni w budynku

- brak ogrzewanie indywidualne węglowe
--

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dostatecznym stanie technicznym o dużym stopniu naturalnego zużycia i niskiej szczelności. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne węglowe w mieszkaniach i lokalach użytkowych.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

System nie jest wyposażony w wodomierze cwu.

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

Lp.	Chakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K] - strop nad piwnicą $U = 1,35$ - ściany zewnętrzne $U = 1,45$ - stropodach $U = 0,93$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla dachu $R > 4,5$
2	Okna i drzwi są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku $U_{okien} = 2,60$ $U_{drzwi} = 2,60$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 0,9 W/m ² K
3	Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - brak	Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną
5	System grzewczy - ogrzewanie indywidualne, węglowe Grzejniki członowe, żeliwne	Likwidacja kotłów węglowych, doposażenie budynku w kotłownię gazową, wykonanie instalacji wewnętrznej 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 przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany wewnętrzne strychu	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (wełna mineralna)
3	j.w. przez dach	Ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej
4	j.w. przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się
5	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
6	Podwyższenie sprawności instalacji co	Likwidacja kotłów węglowych, doposażenie budynku w kotłownię gazową, wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.
7	Podwyższenie sprawności instalacji co	Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną

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	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	zmniejszenie strat przez dach / stropodach	Ocieplenie dachu / stropodachu.
	zmniejszenie strat przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
Uwagi:		

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 okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- 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	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych	3 670	3 670	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	39,59	42,22	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Raciborza

Uwaga: Podane ceny są cenami netto.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	380,56	m ²
				A _{kosz}	=	462,29	m ²
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem płyt styropianowych o współczynniku przewodności λ≤ 0,038 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się łączną grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,68	4,21	4,74	5,26
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,71	4,40	4,92	5,45	5,98
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A*U _c	GJ/a	175,45	27,45	24,51	22,15	20,19
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ *A(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,022	0,003	0,003	0,003	0,003
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		6 249	6 372	6 472	6 555
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		348,26	353,26	358,26	363,26
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		160 996	163 307	165 622	167 930
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		25,77	25,63	25,59	25,62
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,45	0,227	0,203	0,184	0,167
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 165 622 zł		SPBT=		25,6 lat	

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany wewnętrzne strychu			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 71,12 m ² A_{kosz} = 71,12 m ²			
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem płyt wełny mineralnej o współczynnika przewodności λ≤ 0,036 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się łączną grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,11	0,12	0,13	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,06	3,33	3,61	3,89
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,33	3,39	3,67	3,94	4,22
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	67,84	6,66	6,15	5,72	5,34
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,009	0,001	0,001	0,001	0,001
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		2 583	2 604	2 623	2 639
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		188,32	189,72	191,12	192,52
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		13 393	13 493	13 592	13 692
9	$SPBT= N_U/\Delta O_{ru}$	lata		5,19	5,18	5,18	5,19
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	3,01	0,295	0,273	0,254	0,237
Podstawa przyjętych wartości N_U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 2		Koszt : 13 493 zł		SPBT= 5,2 lat			

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Dach			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 189,37 m ²	A_{kosz} = 173,73 m ²		
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ≤ 0,042 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,20	0,24	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,81	4,76	5,71	6,67
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,08	4,89	5,84	6,79	7,75
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	55,6	12,3	10,3	8,8	7,8
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,007	0,0015	0,0013	0,0011	0,0010
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _z +12(q _{0U} -q _{1U})·O _m	zł/a		1 714	1 793	1 853	1 892
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		130,79	135,19	139,59	143,99
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		22 722	23 486	24 251	25 015
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		13,25	13,10	13,09	13,22
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,93	0,205	0,171	0,147	0,129
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 24 251 zł		SPBT= 13,1 lat			

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<div>Dane: powierzchnia okien<div><div><div>$A_{ok, istn} = 43,83 \text{ m}^2$</div><div>$V_{nom} = \Psi = 1\,177,7 \text{ m}^3/\text{h}$</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 szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV <div><div>U= 1,1</div><div>a= 0,8</div></div>						
wariant 2: okna z PCV <div><div>U= 0,9</div><div>a< 0,3 z nawietrzakami higrosterowanymi</div></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien <div>U</div>	W/m²·K	2,60	1,1	0,9	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji <div><div>Cr</div><div>Cm</div></div>	-	1,00	0,85	0,70	
		-	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64*10^{-5}*Sd*A_{ok}*U$	GJ/a	36,1	15,3	12,5	
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*Sd$	GJ/a	127,1	108,0	89,0	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	163,2	123,3	101,5	
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$	MW	0,0046	0,0019	0,0016	
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,016	0,016	0,016	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0206	0,0179	0,0176	
9	Roczna oszczędność kosztów <div>$= (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m+12(A_{b0}-A_{b1})$</div> <div>$\Delta O_{ru}$</div>	zł/rok		1 580	2 443	
10	Koszt wymiany okien <div>N_{ok}</div>	zł		33 518	38 390	
11	Koszt modernizacji wentylacji <div>N_w</div>	zł		3 519	4 065	
12	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		23,4	17,4	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m² w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana <div><div>43,83 m2 okien*</div><div>764,77 zł/m² =</div><div>33 517,91 zł</div></div>						
montaż nawietrzaków okiennych <div><div>25 szt *</div><div>140,74 zł/szt =</div><div>3 518,52 zł</div></div>						
37 036,43 zł						
wariant 2 : wymiana <div><div>43,83 m2 okien*</div><div>875,88 zł/m² =</div><div>38 389,64 zł</div></div>						
montaż nawietrzaków okiennych <div><div>25 szt *</div><div>162,61 zł/szt =</div><div>4 065,19 zł</div></div>						
42 454,83 zł						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	42 455 zł	SPBT=	17,4	lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: powierzchnia drzwiA_{drzw} = 5,30 m² V_{nom}= ψ = 142,3 m³/hV_{obl} = ψ * C_m C_w= 1</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi aluminiowe U= 1,5 a= 0,8 wariant 2: drzwi aluminiowe U= 1,3 a= 0,8</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,60	1,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	1,00	
		Cm	-	1,00	1,00	
3	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	4,4	2,5	2,2	
4	2,94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	15,4	15,4	15,4	
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	19,8	17,9	17,6	
6	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{w0} -t _{z0})*U	MW	0,0006	0,0003	0,0003	
7	3,4*10 ⁻⁷ *V _{obl} *(t _{w0} -t _{z0})	MW	0,0019	0,0019	0,0019	
8	q ₀ , q _i = (6) + (7)	MW	0,0025	0,0022	0,0022	
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})*O _z +12*(q _{0U} -q _{1U})*O _m +12*(A _{b0} -A _{b1})	zł/rok		75	87	
10	Koszt wymiany drzwi N _{drzw}	zł		5 502	6 096	
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		-	0	
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		73,1	70,0	
<div>Podstawa przyjętych wartości N_U</div> <div>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m² w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt modernizacji:</div> <div>wariant 1: wymiana </div>						

7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dan $Q_{ocw} = 58,50 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0065 \text{ MW}$ zmniejszenie zużycia - 30,0%

Opis:

Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	58,50	40,93
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0065	0,0065
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	2 316	1 620
	Oszczędność	zł/a		696
4.	Koszt modernizacji	zł		40 175
5.	SPBT	lata		57,8

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Koszty w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie:

		kpl	cena	koszt
1.	Doposażenie budynku w instalację cwu	1	22 856,80	22 856,80
2.	Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu	1	17 318,18	17 318,18
				40 174,98

KOSZT	40 174,98 zł	SPBT	57,8 lat
--------------	--------------	-------------	----------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian wewnętrznych strychu	13 492,90	5,2
2	Ocieplenie dachu	24 250,87	13,1
3	Wymiana okien	42 454,83	17,4
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	165 621,67	25,6
5	cwu	40 174,98	57,8
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	6 095,96	70,0

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{0co} = 395,48$ GJ/a $w_{t0} = 1$ $w_{d0} = 1$ $\eta_0 = 0,455$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. Likwidacja istniejących indywidualnych kotłów węglowych
2. Dopuszczenie budynku w kotłownię gazową wraz z wykonaniem automatyki
3. Wykonanie wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,65$	$\eta_g = 0,91$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 1,00$	$\eta_d = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,70$	$\eta_e = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$
7	sprawnność całkowita systemu	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,455$	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,728$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu grzewczego η	-	0,455	0,728
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		13 806,00
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		99 984
6	SPBT	lata		7,2

Koszty w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie:

	kpl	cena	koszt
1. Likwidacja kotłów ogrzewania indywidualnego	1	7 532,53	7 532,53
2. Dopuszczenie budynku w kotłownię gazową*	1	23 090,44	23 090,44
3. Wykonanie wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania	1	69 360,73	69 360,73
Łącznie 99 983,71			

* Uwaga - wycena nie obejmuje kosztów podłączenia do sieci zewnętrznej

7.4. Wybór optymalnego wariantu

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej stosujesz następujące skótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- stropodach - ocieplenie stropodachu
- okna - wymiana stolarki okiennej
- drzwi - wymiana stolarki drzwiowej
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- ściany strychu - ocieplenie ścian wewnętrznych strychu
- cwu - doposażenie budynku w instalacje cwu wraz z instalacją solarną wspomagającą przygotowanie
- c.o. - likwidacja kotłów węglowych, doposażenie budynku w kotłownię gazową, wykonanie wewnętrznej instalacji c.o.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu						
	1	2	3	4	5	6	7
ściany strychu	X	X	X	X	X	X	
dach	X	X	X	X	X		
okna	X	X	X	X			
ściany zewnętrzne	X	X	X				
cwu	X	X					
drzwi	X						
c.o.	X	X	X	X	X	X	X

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}$$

$$Q_1 = w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}$$

$$q_0 = q_{0m} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1m} + q_{1cw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_{0z} + 12 * q_0 * O_{0m} + 12 * A_{b0}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_{1z} + 12 * q_1 * O_{1m} + 12 * A_{b1}$$

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

$$\Delta O_r = (w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) * O_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{1cw}) * O_{1m}] + 12 [A_{b0} - A_{b1}]$$

Nr. war.	Q_{0co}	q_{0co}	η_0, w_{d0}, w_{t0}			Q_{0cw}	q_{0cw}	η_{0w}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	GJ	kW	-			GJ	kW		GJ	kW	zł		
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12
stan istn.	395,48	60,67	0,455	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	928,44	67,17	36 757		
1	123,38	23,04	0,728	1,00	1,00	40,9	6,5	0,51	210,30	29,54	8 879	27 878	392 075
2	124,59	23,18	0,728	1,00	1,00	40,9	6,5	0,51	211,96	29,69	8 949	27 808	385 979
3	124,59	23,18	0,728	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	229,53	29,69	9 691	27 066	345 804
4	287,78	42,46	0,728	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	453,57	48,96	19 150	17 607	180 182
5	311,67	45,26	0,728	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	486,37	51,76	20 535	16 222	137 727
6	362,27	52,73	0,728	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	555,84	59,23	23 467	13 290	113 477
7	395,48	60,67	0,728	1,00	1,00	58,5	6,5	0,52	601,43	67,17	25 393	11 364	99 984

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	ściany strychu dach okna ściany zewnętrzne cwu drzwi c.o.	392 075	27 878	77,3	0 392 075 0% 100%		78 415	62 732	55 756
2	ściany strychu dach okna ściany zewnętrzne cwu c.o.	385 979	27 808	77,2	0 385 979 0% 100%		77 196	61 757	55 616
3	ściany strychu dach okna ściany zewnętrzne c.o.	345 804	27 066	75,3	0 345 804 0% 100%		69 161	55 329	54 132
4	ściany strychu dach okna c.o.	180 182	17 607	51,1	0 180 182 0% 100%		36 036	28 829	35 215
5	ściany strychu dach c.o.	137 727	16 222	47,6	0 137 727 0% 100%		27 545	22 036	32 445
6	ściany strychu c.o.	113 477	13 290	40,1	0 113 477 0% 100%		22 695	18 156	26 579
7	c.o.	99 984	11 364	35,2	0 99 984 0% 100%		19 997	15 997	22 729

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie ścian wewnętrznych strychu
- ocieplenie stropodachu
- wymianę stolarki okiennej
- doposażenie budynku w instalację cwu; montaż rurociągów - przewody wody ciepłej i cyrkulacji, zaworów odcinających i termostatycznych wraz z robotami towarzyszącymi i izolacją przewodów. Podłączenie przewodów cwu do istniejących przyborów. Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu.
- wymianę stolarki drzwiowej
- modernizację systemu grzewczego obejmującą: likwidację kotłów węglowych; doposażenie budynku w kotłownię gazową - kocioł niskotemperaturowy dwufunkcyjny, z automatyką, wyposażeniem i armaturą wraz z robotami towarzyszącymi, montaż rurociągów stalowych technologicznych z malowaniem i izolacją przewodów; wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.: montaż przewodów instalacji c.o. wraz z izolacją przewodów i podejściami do grzejników, montaż grzejników zapatrzonych w zawory termostatyczne i odcinające, odpowietrzniki

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię wynosi 77,3% ,czyli powyżej 25 %
2. środki własne inwestora wyniosą 0 zł
3. Wysokość premi termomodernizacyjnej wyznaczono jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9 tabeli pkt.7.4.3.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych z użyciem płyt styropianowych gr. 18 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK. Do wykonania 462,29 m² ocieplenia za sumę 165 621,67 zł (netto).
2. Ocieplenie ścian wewnętrznych strychu z użyciem płyt wełny mineralnej gr. 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,036$ W/mK. Do wykonania 71,12 m² ocieplenia za sumę 13 492,90 zł (netto).
3. Ocieplenie dachu 24 cm warstwą granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,042$ W/mK. Do wykonania 173,73 m² ocieplenia za sumę 24 250,87 zł (netto).
4. Wymiana stolarki okiennej na nową o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9$ W/m²K. Okna zaopatrzone w nawietrzaki higrosterowalne (25 szt.). Do wymiany 43,83 m² okien za sumę 38 389,64 zł (netto). Koszt montażu nawiewników 4 065,19 zł (netto). Łącznie całość prac 42 454,83 zł (netto).
5. Wymiana stolarki drzwiowej na nową o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3$ W/m²K. Do wymiany 5,30 m² drzwi za sumę 6 095,96 zł (netto).

Modernizacja systemu grzewczego obejmująca: likwidację kotłów węglowych; doposażenie budynku w kotłownię gazową - kocioł niskotemperaturowy dwufunkcyjny, z wyposażeniem i armaturą wraz z robotami towarzyszącymi, montaż rurociągów stalowych technologicznych z malowaniem i izolacją przewodów; wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.: montaż przewodów instalacji c.o. wraz z izolacją przewodów i podejściami do grzejników, montaż grzejników zapatrzonych w zawory termostaticzne i odcinające, odpowietrzniki. Koszt prac 99 983,71 zł (netto).

Doposażenie budynku w instalację cwu. montaż rurociągów - przewody wody ciepłej i cyrkulacji, zaworów odcinających i termostaticznych wraz z robotami towarzyszącymi i izolacją przewodów. Podłączenie przewodów cwu do istniejących przyborów. Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu. Koszt prac 40 174,98 zł (netto).

8.2 Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót termomodernizacyjnych wyniesie:	392 075 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	392 075 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	55 756 zł

8.3 Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród.
Załącznik 2	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego.
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu.
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.
Załącznik 6	Obliczenie zapotrzebowania na energię pierwotną

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *k/W	U, ΔU , U_k W/m ² *K
1	ściany zewnętrzne piwnic - cokół	- tynk cem.- wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,03 0,51 0,03	0,82 0,77 0,82	0,04 0,66 0,04 0,17	U= 1,10 ΔU = 0,05
		mostki cieplne			0,91	U_k = 1,15
2	ściany zewnętrzne	- tynk cem.- wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,02 0,38 0,02	0,82 0,77 0,82	0,02 0,49 0,02 0,17	U= 1,40 ΔU = 0,05
					0,71	U_k = 1,45
3	dach	- deski - niewentylowana pustka powietrza - polepa - deski - tynk cem.- wap. - opór przestrzeni dachowych $R_{si}+R_{se}$	0,03 0,05 0,02 0,02	0,16 0,28 0,16 0,82	0,16 0,16 0,18 0,12 0,02 0,30 0,14	
					1,08	U= 0,93
4	strop nad piwnicą	- tynk cem. - cegła pełna - polepa - wylewka cementowa $R_{si}+R_{se}$	0,02 0,12 0,05 0,04	1,00 0,77 0,28 1,00	0,02 0,16 0,18 0,04 0,34	
					0,74	U= 1,35
5	ściany wewnętrzne strychu	- tynk cem.- wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,02 0,12 0,02	0,82 0,77 0,82	0,02 0,16 0,02 0,14	U= 3,01 ΔU = 0
					0,33	U_k = 3,01

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnie	10	70	700
2	Łazienki z wc	10	50	500
3	wc (osobno)	4	30	120
	Razem mieszkania			1 320
	Ogółem			$\psi =$ 1 320

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania ciepła

$$\eta_g = 0,65$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 1,00$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego

$$\eta_e = 0,70$$

$$\eta_e = \eta_e' + 0,03 * X - 0,03$$

gdzie $X = 0,98$

4. Sprawność akumulacji ciepła

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

7 Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,455$$

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejący:		Stan	Stan	
		cz. mieszkalna	cz. mieszkalna	
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) $A_f =$	306,94	306,94	m ²
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{Wi} =$	1,60	1,60	dm ³ /(m ² *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{Wi} * A_f =$	491	491	dm ³ /dzień
4	Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	4,19	kJ/(kgK)
5	Gęstość wody, ρ_w	1,00	1,00	kg/dm ³
6	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, k_R	0,90	0,90	
7	Obliczeniowa temperatura ciepłej wody w zaworze czepalnym, θ_w	55	55	°C
8	Obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, θ_0	10	10	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm ³ wody $c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) k_R$	169,70	169,70	kJ/dm ³
10	liczba dni w roku, t_R	365	365	dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu $Q_{W,nd} = V_{Wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) k_R * t_R / 3600$	8 449,54	8 449,54	kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$	0,65	0,85	
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$	0,80	0,70	
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	1,00	0,85	
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$	1,00	1,00	
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$	0,52	0,51	
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową bez uwzględnienia instalacji solarnej $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	16 249,11 58,50	16 706,94 60,14	kWh/rok GJ/rok
18	Powierzchnia kolektorów słonecznych, A	-	6	m ²
19	Produkcja energii (loco zasobnik ciepła), A_{x450} kWh/m ² a	-	2 700,00	kWh/rok
20	Oszczędność energii z uwzględnieniem sprawności źródła którego pracę wspomaga instalacja solarne	-	5 338,61	kWh/rok
21	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową z uwzględnieniem instalacji solarnej $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	- -	11 368,34 40,93	kWh/rok GJ/rok
22	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{Wi} * A_f =$	0,49	0,49	m ³ /doba
23	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$	0,031	0,031	m ³ /h
24	współczynnik nierównomierności rozbioru, N_n	4,49	4,49	
25	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{cwj}	0,170	0,170	GJ/m ³
26	Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$	6,50	6,50	kW
27	Koszt przygotowanie cwu $Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	2 316	1 728	zł
28	Koszt wody zimnej $V_{cw} * 4,15 =$	744	744	zł
29	Sumaryczny koszt roczny cwu	3 060	2 472	zł
30	Średni koszt 1 m ³ cwu	17,07	13,79	zł/m ³

Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	23,0	123,4
2	23,2	124,6
3	23,2	124,6
4	42,5	287,8
5	45,3	311,7
6	52,7	362,3
7	60,7	395,5
stan istniejący	60,7	395,5

Załącznik nr 5a

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831

Wariant	Zapotrzebowanie		
	ciepła		mocy cieplnej
	Q_H [kWh/a]	Q_{co} [GJ]	q_m [kW]
1	34 271,07	123,38	23,04
2	34 607,49	124,59	23,18
3	34 607,49	124,59	23,18
4	79 937,60	287,78	42,46
5	86 575,30	311,67	45,26
6	100 630,91	362,27	52,73
7	109 856,91	395,48	60,67
stan istniejący	109 856,91	395,48	60,67

Załącznik nr 6

Obliczenie zapotrzebowania na energię pierwotną

			Energia końcowa, Q _k		Współczynnik nakładu w _i	Energia pierwotna, Q _p		q _{el}	tel	A _f
			GJ/a	kWh/a		-	GJ/a	kWh/a	w/m2	h/a
Część mieszkalna	stan istniejący	c.o.	869,94	241 650,89	1,10	956,94	265 815,98	0,15	4700	306,94
		cwu	58,50	16 249,11	1,10	64,35	17 874,02			
		energia elektryczna - pomocnicza	0,78	216,39	3,00	2,34	649,18			
			929,22	258 116,39		1 023,62	284 339,17			
	stan projektowany	c.o.	169,37	47 048,59	1,10	186,31	51 753,45	0,15	4700	306,94
		cwu	40,93	11 368,34	1,10	45,02	12 505,17	0,04	5840	306,94
		energia elektryczna - pomocnicza	1,04	288,09	3,00	3,11	864,28			
			211,34	58 705,02		234,44	65 122,90			
	ŁĄCZNIE		Energia końcowa, Q _k			Energia pierwotna, Q _p				
			GJ/a	kWh/a		GJ/a	kWh/a			
	stan istniejący		929,22	258 116,39		1 023,62	284 339,17			
	stan projektowany		211,34	58 705,02		234,44	65 122,90			
Oszczędność		717,88	199 411,37	789,18		219 216,27				
		77,26%		77,10%						