

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	ulica: Konarskiego 19 kod: 11-500 miejscowość Giżycko powiat: giżycki województwo: warmińsko-mazurskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Jakub Szymanowicz tytuł zawodowy: mgr inż. Energetyk

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1.	DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1. Rodzaj budynku	mieszkalny	1.2. Rok budowy	
1.3. Inwestor	Gmina Miejska Giżycko al. 1 Maja 14 11-500 Giżycko	1.4. Adres budynku ul. Konarskiego 19 kod 11-500 Giżycko powiat giżycki woj. warmińsko-mazurskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt SOLISA ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław REGON: 360380720			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Jakub Szymanowicz ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław; PESEL: 90091102732 Zrzeszenie Auditorów Energetycznych - 1879 Sporządzanie świadectw energetycznych - 12020 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	-	-	
5. Miejscowość	Wrocław	Data wykonania opracowania	2016-09-15
6. Spis treści 1. Strona tytułowa 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis wariantu optymalnego			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	5	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1312	bez zmian
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	465	bez zmian
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	434	bez zmian
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	31	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	9	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	27	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralne	centralne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralne/miejscowe	centralne/miejscowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,35	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,428	0,193
2.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,986	0,179
3.	Strop nad piwnicą	0,964	0,237
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,5; 2,5	1,5; 0,9
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	1,5	1,5
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,79	0,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,76	0,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	0,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,89	0,89
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,83	0,83
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
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]		
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,00	#ADR!
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	47,9	27,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	8,6	8,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	352	172

4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	594	290
----	--	-----	-----

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	91	91
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	210,47	102,80
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	354,87	173,25
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%
7. Opłaty jednostkowe			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	32,90	32,90
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	27,21	27,21
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,50	1,71
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	44%
Planowane koszty całkowite		[zł]	110 750
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł/rok]	10 002

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Inwentaryzacja
Archiwalna dokumentacja

3.2. Inne dokumenty

Książka obiektu

Normy i rozporządzenia:

- * Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 20145 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.
- * Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- * Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- * Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- * Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- * Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego"

° Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Osoby udzielające informacji

Katarzyna Dubowska

3.4. Data wizji lokalnej

VIII.2016

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

Termomodernizacja w celu obniżenia kosztów ogrzewania.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	Gmina Miejska Giżycko; al.. 1 Maja 14; 11-500 Giżycko
Przeznaczenie budynku	mieszkalny
Adres	ul. Konarskiego 19; 11-500 Giżycko
Budynek	wielorodziny budynek mieszkalny
Technologia budowy	tradycyjna/murowana

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 4 (3 ogrzewane) kondygnacjach nadziemnych z pełnym podpiwniczeniem, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami murowanymi z cegły pełnej o grubości **41 cm**, obustronnie tynkowane.

Strop pod strychem - drewniany

Strop nad piwnicą - typu kleina

Okna PCV i drewniane skrzynkowe. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na **$U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$** dla okien PCV oraz **$U=2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$** dla okien drewnianych.

Konstrukcja dachu - deski pokryte papą (dach nad częścią nie ogrzewaną)

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	47,9
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	8,6
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	352,3
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	594,0
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała	zł/MW	0,00
	opłata zmienna	zł/GJ	32,90
	opłata abonamentowa	zł	0,00

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	piece kaflowe/ kotły gazowe / kotły węglowe
2.	Parametry pracy instalacji	- / 70/55 / 70/55
3.	Przewody w instalacji	- / nie ocieplone / nie ocieplone
4.	Rodzaje grzejników	- / stalowe / stalowe
5.	Oslonięcie grzejników	- / brak / brak
6.	Zawory termostacyjne	- / tak / tak
7.	Zabezpieczenie	- / zawór bezpieczeństwa / zawór bezpieczeństwa
8.	Odpowietrzenie	- / odpowietrznik / odpowietrznik
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	24/7

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,79
2	Przesyłanie ciepła	η_d	1,00
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,76
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,59
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	bojler elektryczny / kocioł gazowy / kocioł węglowy
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak
4.	Zbiornik akumulacyjny	tak / nie / tak

4.7. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Brak

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	0

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ściany zewnętrzne, strop pod strychem oraz strop na piwnicą nie ocieplone.

5.2. Okna i drzwi

Okna PCV oraz drewniane skrzynkowe. Okna drewniane nieuszczelne.

5.3 System grzewczy

Piece kaflowe, kotły gazowe oraz węglowe.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Bojery elektryczne, kotły gazowe oraz węglowe.

5.5 Wentylacja

Wentylacja grawitacyjna. Nie zauważono problemów.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła</p>	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.</p>
2	<p><u>Okna</u> Okna PCV są w dobrym stanie technicznym o zadowalającym współczynniku przenikania ciepła U [W/m²K]. Okna drewniane są w złym stanie technicznym o nie zadowalającym współczynniku przenikania ciepła U [W/m²K].</p>	<p>Należy wymienić okna drewniane na okna PCV o współczynniku ciepła spełniającym WT2021 wraz z nawiewnikami sterowanymi ręcznie.</p>
3	<p><u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie zauważono problemów.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
4	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Bojery elektryczne, kotły gazowe oraz węglowe.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>
5	<p><u>System grzewczy</u> Piecze kaflowe, kotły gazowe oraz węglowe.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian</p>

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 zewnętrznych - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop pod strychem	Ocieplenie stropu wełną mineralną
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu pianką zamknięto-komórkową
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien drewnianych na okna o współczynniku $U=0,9$

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
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie stropodu pod strychem
		Wymiana okien drewnianych
		Ocieplenie stropu nad piwnicą

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{\text{wewnętrzna}}$	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{\text{zewnetrzna}}$	-24,0	-24,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piwnicy}	4,4	-0,8	$^{\circ}\text{C}$
t_{strychu}	-4,6	-8,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych	4 435	4 435	dzień·K·a
Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	1 552	2 084	
Sd dla stropu pod nieogrzewanym strychem	2 483	2 838	
$O_{0m,}$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$ c.o. 64% - 25,00 i 36% - 46,94	32,90	32,90	zł/GJ
$A_{b0,}$	0,00	0,00	zł/m-c
$O_{1m,}$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{1z,}$ c.w.u. 53% - 141,68 i 36% - 46,94 i 11% - 25,00	94,74	94,74	zł/GJ
$A_{b1,}$	0,00	0,00	zł/m-c

7.3.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Strop nad piwnicą

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat **A = 175 m²**
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{kosz} = 175 m²**

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie stropu poprzez natrysk piany zamkniętokomórkowej o współczynniku przewodności λ : 0,022 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,06	0,07	0,09
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	0,964	0,266	0,237	0,195
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	22,6	8,4	7,5	6,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0026	0,0010	0,0009	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		468	498	541
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		45	50	60
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		7 875	8 750	10 500
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		16,82	17,58	19,39

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny średniorynkowe

Wybrany wariant : 2	Koszt : 8 750 zł	SPBT= 17,6 lat
----------------------------	-------------------------	-----------------------

7.3.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod strychem		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 70 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 70 \text{ m}^2$						
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu ułożenie na stropie wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda: 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej.						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,18	0,19	0,21
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,190	0,187	0,179	0,164
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	17,9	3,2	3,1	2,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0020	0,0004	0,0004	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		483	488	496
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		95	100	110
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		6 650	7 000	7 700
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,76	14,35	15,52
Podstawa przyjętych wartości N_U Ceny średniorynkowe						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 7 000 zł		SPBT= 14,3 lat		

7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien w mieszkaniach	
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 31,5 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 300 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{went} = 290 \text{ m}^3$ krotność					
Opis wariantów usprawnienia					
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien drewnianych na okna z nawiewnikami sterowanymi ręcznie, o lepszym współczynnikach U:					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,5	0,9	0,8
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,85	0,85
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	30	11	10
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	47	33	33
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	77	44	43
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0035	0,0012	0,0011
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0028	0,0022	0,0022
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0063	0,0034	0,0033
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		1 086	1 119
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł		800	1 000
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		25 200	31 500
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$	zł		25 200	31 500
14	$SPBT = (N_{OK} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		23,2	28,2
Podstawa przyjętych wartości N_U Ceny średniorynkowe					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	25 200 zł	SPBT=	23,2 lat

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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	69 000	12,8
2	Ocieplenie stropu pod strychem	7 000	14,3
3	Ocieplenie stropu nad piwnicą	8 750	17,6
4	Wymiana okien w lokalach mieszkalnych	25 200	23,2

7.8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X
2	Ocieplenie stropu pod strychem	X	X	X	
3	Ocieplenie stropu nad piwnicą	X	X		
4	Wymiana okien w lokalach mieszkalnych	X			

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4	109 950	800	110 750
2	1+2+3	84 750	800	85 550
3	1+2	76 000	800	76 800
4	1	69 000	800	69 800

7.8.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w	$Q_{co} \cdot w / \eta$	Oplata c.o.	q_{cw}	Q_{cw}	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0275	172	0,593	1,00	290	9 541	0,0086	91	8 621	0,0362	381	18 162	304	10 002
2	0,0303	190	0,593	1,00	320	10 528	0,0086	91	8 621	0,0389	411	19 149	274	9 015
3	0,0317	208	0,593	1,00	350	11 515	0,0086	91	8 621	0,0403	441	20 136	244	8 028
4	0,0320	210	0,593	1,00	354	11 647	0,0086	91	8 621	0,0407	445	20 268	240	7 896
0-stan istniejący	0,0479	352	0,593	1,00	594	19 543	0,0086	91	8 621	0,0566	685	28 164		

1 wariant wybrany do realizacji

7.8.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na %
1	2	3	4	5
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropu pod strychem Ocieplenie stropu nad piwnicą Wymiana okien w lokalach mieszkalny	110 750	10 002	44,4%
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropu pod strychem Ocieplenie stropu nad piwnicą	85 550	9 015	40,0%
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropu pod strychem	76 800	8 028	35,6%
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	69 800	7 896	35,0%

7.8.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropu pod strychem
- Ocieplenie stropu nad piwnicą
- Wymiana okien w lokalach mieszkalnych

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

Ocieplenie stropu pod strychem	Należy ułożyć wełnę mineralną o współczynniku $\lambda=0,040$ oraz grubości 19cm
Ocieplenie ścian zewnętrznych	Należy przykleić styropian o współczynniku $\lambda=0,038$ i grubości 17cm. Należy docieplić cokół styropianem o grubości 5cm.
Wymiana okien w lokalach mieszkalnych	Okna drewniane należy wymienić na okna PCV o współczynniku $U=0,9$ z nawiewnikami sterowanymi ręcznie
Ocieplenie stropu nad piwnicą	Ocieplić poprzez natrysk pianki zamkniętokomórkowej o współczynniku $\lambda=0,022$ i grubości 7cm.

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	110 750 zł
Obliczeniowa roczna oszczędność kosztów:	10 002 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT:	11,1

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Wyznaczenia sprawności:

C.W.U.					
udział		69%	15%	16%	
sprawność wytwarzania ciepła	η_{gw}	0,96	0,85	0,65	
sprawność przesyłu ciepłej wody	η_{dw}	0,80	0,80	0,80	
sprawność sezonowa wykorzystania	h_{ew}	1,00	1,00	1,00	
sprawność akumulacji	η_{sw}	0,80	1,00	0,80	
sprawność całkowita	η_w	0,61	0,68	0,42	
		PRZED		PO	
sprawność wytwarzania ciepła	η_{gw}	0,89		0,89	
sprawność przesyłu ciepłej wody	η_{dw}	0,80		0,80	
sprawność sezonowa wykorzystania	h_{ew}	1,00		1,00	
sprawność akumulacji	η_{sw}	0,83		0,83	
sprawność całkowita	η_w	0,59		0,59	

C.O.					
udział		69%	15%	16%	
sprawność wytwarzania	η_g	0,80	0,86	0,65	
sprawność przesyłu	η_d	1,00	1,00	1,00	
sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,70	0,88	0,88	
sprawność akumulacji	η_s	1,00	1,00	1,00	
sprawność całkowita systemu	η	0,56	0,76	0,57	
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00	1,00	1,00	
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00	1,00	1,00	
		PRZED		PO	
sprawność wytwarzania	η_g	0,79		0,79	
sprawność przesyłu	η_d	1,00		1,00	
sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,76		0,76	
sprawność akumulacji	η_s	1,00		1,00	
sprawność całkowita systemu	η	0,59		0,59	
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w	w_t	1,00		1,00	
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w	w_d	1,00		1,00	

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	2,0	2,0
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	434	434
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,9	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	14 934	14 934
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,89	0,89
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,80	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,83	0,83
sprawność całkowita η_w	-	0,594	0,594
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	25 160	25 160
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	91	91

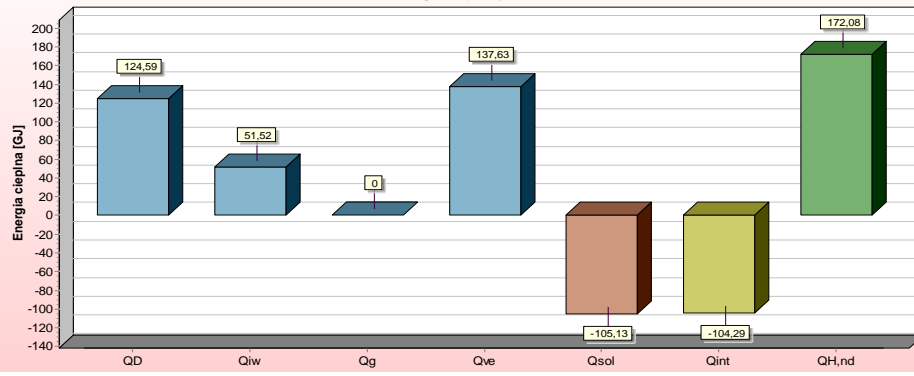
Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	27	27
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	110	110
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,165	0,165
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	4,170	4,170
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwi} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	36,0	36,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	8,6	8,6

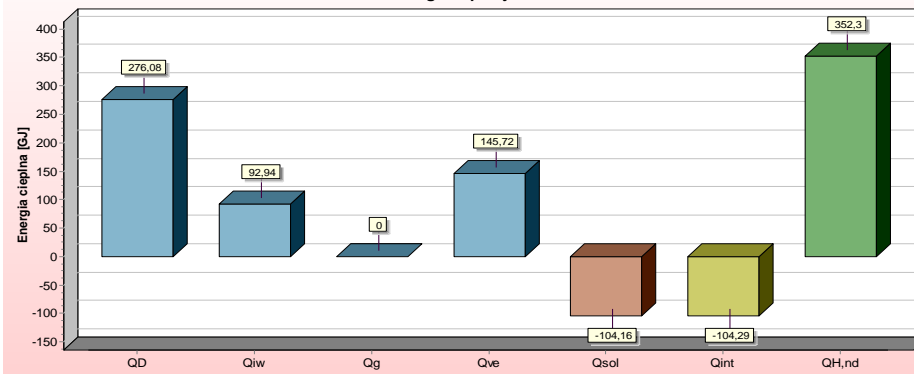
**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,027537	172,08
2	0,030288	189,90
3	0,031686	207,67
4	0,032037	210,29
0 - stan istniejący	0,047921	352,30

Bilans energii cieplnej - W sezonie



Bilans energii cieplnej - W sezonie



Obliczenie stopniodni Sd

Dane klimatyczne dla Suwałk

Sd dla przegród zewnętrznych

	Dane dla miesięcy									
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-5,3	-4,9	1,3	6,8	13,6	12,4	6,8	0,1	-2,3	
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	20	20	31	30	31	
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	784,3	697,2	579,7	396	128	152	409,2	597	691,3	

Dla przegród zewnętrznych **Sd** **4 435** dzień*K/rok przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

Sd dla stropu nad piwnicą, przed ociepleniem

Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych	4,4	°C
Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e	-24	°C
$b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$	0,35	-

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **1 552** dzień*K/rok

Sd dla stropu pod strychem, przed ociepleniem

Temperatura nieogrzewanego strychu w warunkach projektowych	-4,6	°C
Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e	-24	°C
$b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$	0,56	-

$S_{d\ str} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **2 483** dzień*K/rok

Sd dla stropu nad piwnicą, po ociepleniu

Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych	-0,8	°C
Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e	-24	°C
$b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$	0,47	-

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **2 084** dzień*K/rok

Sd dla stropu pod strychem, po ociepleniu

Temperatura nieogrzewanego strychu w warunkach projektowych	-8	°C
Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e	-24	°C
$b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$	0,64	-

$S_{d\ str} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **2 838** dzień*K/rok