AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	aleja: Wojska Polskiego 7 kod: 19-400 miejscowość Olecko powiat: olecki województwo: warmińsko-mazurskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Jakub Szymanowicz tytuł zawodowy: mgr inż. Energetyk

Za zgodność kserokopii z oryginałem
data 08.02.2019 podpis .....
od str 1 do str 34

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE INDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	**1.2. Rok budowy**	1995

1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Izba Administracji Skarbowej al.. Marszałka Piłsudskiego 59A 10-950 Olsztyn	**1.4. Adres budynku** ul. Wojska Polskiego 7 kod 19-400 Olecko powiat olecki 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 Audytorów Energetycznych - 1879
Sporządzanie świadectw energetycznych - 12020

mgr inż. Jakub Szymanowicz
Centralny Rejestr Charakterystyki Energetycznej Budynków - 12020
Zrzeszenie Audytorów Energetycznych - 1879

podpis

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis

Lp.	*Imię i nazwisko*	*Zakres udziału w opracowaniu audytu*
1	-	-

5. Miejscowość	Wrocław	**Data wykonania opracowania**	11.12.2017

6. **Spis treści**

1. Strona tytulowa
2. Karta audytu energetycznego
3. Dokumenty i dane źródlowe 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 termomoderniz
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	4	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]	2886	bez zmian
4.	Powierzchnia budynku netto [m^2]	1045	bez zmian
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m^2]	0	bez zmian
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	1045	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	82	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	miejscowy	miejscowy
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	węzeł	węzeł
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,36	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m^2K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,538	0,193
2.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,352	0,149
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,454	0,454
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,0	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,5; 1,5	1,3;
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
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]	2 368	2 368
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,82	0,82
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	82,9	61,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,6	3,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	410	237
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	473	249

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	18	18
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]	109,00	63,03
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m^{2}rok]	125,71	66,18
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%
7. Opłaty jednostkowe			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	88,00	88,00
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]	19,10	19,10
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)]	3,37	1,75
6.	Miesięczna oplata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne [zł/r	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	46%
	Planowane koszty całkowite	[zł]	451 996
	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	20 352

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Archwialna dokumentacja budowlana

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

Anna Rogala

3.4. Data wizji lokalnej

IX.2016

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

W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropodachu,
- modernizacja systemu grzewczego,

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	Urząd Skarbowy w Olecku
Przeznaczenie budynku	użyteczności publicznej
Adres	al.. Wojska Polskiego 7, 19-400 Olecko
Budynek	urząd
Technologia budowy	tradycyjna, murowana

4.2. Rzut budynku

C

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 3 kondygnacjach nadziemnych. Ściany murowane ocieplone pianką. Pustak żużlobetonowy 38cm, pianka poliuretanowa 4cm i wykończenie blachą.

Stropodach - blacha, styropian 10cm oraz płyty żerańskie 24cm.

Okna PCV. Współczynik U określono na **U=2,0 W/(m^2*K)**

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 ($q_{śr}$)	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	82,9
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	3,6
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	410,1
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	473,0
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała	zł/MW	0,00
	opłata zmienna	zł/GJ	88,00
	opłata abonamentowa	zł	0,00

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Wezeł cieplny.
2.	Parametry pracy instalacji	70/55
3.	Przewody w instalacji	Nie ocieplone
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne
5.	Osłonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Tak
7.	Zabezpieczenie	Zawór bezpieczenstwa
8.	Odpowietrzenie	Autoamtyczne
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	16/5
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,85
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g*\eta_d*\eta_c*\eta_s =$	η_{tot}	0,70
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

4.6. Charakterystyka instalacji cieplnej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda miejscowo w elektrycznych, podgrzewaczach wody.
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Tak

4.7. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Stan dobry.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	2 368

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Wszystkie przegrody ocieplone nie spełniają WT2021.

5.2. Okna i drzwi

Okna PCV szczelne. Niski współczynik U.

5.3 System grzewczy

Wezeł cieplny stan dobry. Stara instalacja.

5.4 System zaopatrzenia w ciepła wodę

Przepływowe podgrzewacze elektryczne. Stan dobry.

5.5 Wentylacja

Nie zauważono problemów.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	*2*	*3*
1	**Przegrody zewnętrzne** Przegrody zewnętrzne nie spełniają WT2021.	Należy docieplić przegrody zewnętrzne.
2	**Okna** Okna PCV niski współczynik U.	Proponuje się wymienić okna, na okna o lepszym współczyniku U.
3	**Drzwi** Główne drzwi wejściowe stan dobry. Drzwi boczne na parterze w złym stanie technicznym.	Proponuje się wymienić drzwi boczne na nowe.
4	**Wentylacja grawitacyjna**. Nie zauważono problemów.	Nie przewiduje się zmian
5	**Instalacja ciepłej wody użytkowej** Przepływowe podgrzewacze elektryczne. Stan dobry. Małe zużycie wody.	Nie przewiduje się zmian
6	**System grzewczy** Węzeł cieplny. Stara instalacja.	Proponuje się kompleksową modernizację c.o.

11

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 stropodach	Ocieplenie stropu styropapą.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien.
4.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Kompleksowa modernizacja instalacji c.o.
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana drzwi bocznych na parterze.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie stropodachu
		Wymiana drzwi
		Wymiana okien

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.
$t_{wewnetrzna}$		19,1	19,1	^0C
$t_{zewnetrzna}$		-24,0	-24,0	^0C
Sd dla przegród zewnętrznych		4 208	4 208	dzień·K·a
$O_{0m,}$	c.o.	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$		88,00	88,00	zł/GJ
$A_{b0,}$		0,00	0,00	zł/m-c
$O_{lm,}$	c.w.u.	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{lz,}$		141,68	141,68	zł/GJ
$A_{b1,}$		0,00	0,00	zł/m-c

7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściany zewnętrzne

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** $A = 672\ m^2$

powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{kosz} = 672\ m^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda =$ 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Uwagi

Przed przystąpieniem do prac ociepleniowych należy zdjąc starą elewację. Z tego powodu jako U_0 przyjmuje się U dla ściany bez warstwy ocieplenia.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	**Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=**	m		0,17	0,18	0,19
3	**Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji**	W/m^2K	1,396	0,193	0,183	0,175
4	Q_{0U}, $Q_{1u} = 8{,}64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	341,1	47,1	44,8	42,7
5	q_{oU}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A^*(t_{w0}-t_{z0})^*U_C$	MW	0,0404	0,0056	0,0053	0,0051
6	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/a		25 872	26 074	26 259
7	**Cena jednostkowa usprawnienia**	$zł/m^2$		230	235	240
8	**Koszt realizacji usprawnienia N_U**	zł		154 560	157 920	161 280
9	**SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$**	lata		6,0	6,1	6,1

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny średniorynkowe.

Wybrany wariant : 1	**Koszt :**	**154 560 zł**	**SPBT=**	**6,0 lat**

7.3.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	stropodach

Dane: **powierzchnia przegrody do obliczania strat** $A = 310\ m^2$

powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{kosz} = 310\ m^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu styropoapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda =$ 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	**Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=**	m		0,13	0,14	0,16
3	**Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji**	W/m^2K	0,352	0,1550	0,149	0,137
4	$Q_{0U}, Q_{1u} = 8{,}64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	39,7	17,5	16,7	15,5
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A^*(t_{w0}-t_{z0})^*U_C$	MW	0,0047	0,0021	0,0020	0,0018
6	**Roczna oszczędność kosztów** $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/a		1 954	2 024	2 130
7	**Cena jednostkowa usprawnienia**	$zł/m^2$		145	150	160
8	**Koszt realizacji usprawnienia N_U**	zł		44 950	46 500	49 600
9	**SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$**	lata		23,0	23,0	23,3

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny średniorynkowe.

Wybrany wariant : 2	**Koszt : 46 500 zł**	**SPBT= 23,0 lat**

7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien na poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien

Dane: A = 121,17 m^2 C_w= 1

V_{nom}= Ψ = 4 000 m^3/h

V_{went} = 7 746 m^3

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymiane okien.

Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
1	Współczynnik przenikania okien	U	$W/m^2 \cdot K$	2	0,9	0,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1	1,00	1,00
		C_m	-	1	1,00	1,00
3	$8,64*10^{-5}*Sd*A_{ok}*U$		GJ/a	88	40	31
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*Sd$		GJ/a	495	495	495
5	Q_0, Q_1 = (3) + (4)		GJ/a	583	535	526
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$		MW	0,0104	0,0047	0,0037
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$		MW	0,0568	0,0568	0,0568
8	q_0, q_1 = (6) + (7)		MW	0,0672	0,0615	0,0605
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$		zł/rok		4 224	8 076
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}		zł		800	1 600
11	Koszt wymiany okien N_{OK}		zł		96 936	193 872
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł		0	0
13	Koszt N_w+N_{OK}		zł		96 936	193 872
14	SPBT = $(N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$		lata		22,9	24,0

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny średniorynkowe

Wybrany wariant : 1	Koszt : 96 936 zł	SPBT= 22,9 lat

7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Wymiana drzwi

Dane: **ilość nawiewników** **A =** 2 m^2 **C_w=** 1

V_{nom}= **Ψ =** 4 000 m^3/h

V_{went} = 7 746 m^3

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi bocznych na parterze.

Lp.	Omówienie		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					ręczne	higro
1	**Współczynnik przenikania okien**	**U**	$W/m^2 \cdot K$	2,5	1,3	1,1
2	**Współczynniki korekcyjne dla wentylacji**	**Cr**	-	1	1,00	1,00
		C_m	-	1	1,00	1,00
3	**$8,64*10^{-5}*Sd*A_{ok}*U$**		GJ/a	2	1	1
4	**$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*Sd$**		GJ/a	495	495	495
5	**Q_0, Q_1 = (3) + (4)**		GJ/a	497	496	496
6	**$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$**		MW	0,0002	0,0001	0,0001
7	**$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$**		MW	0,0568	0,0568	0,0568
8	**q_0, q_1 = (6) + (7)**		MW	0,0570	0,0569	0,0569
9	**Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$**		zł/rok		88	88
10	**Koszt jednostkowy drzwi N_{OK}**		zł		1 000	1 200
11	**Koszt wymiany drzwi N_{OK}**		zł		2 000	2 400
12	**Koszt modernizacji wentylacji N_w**		zł		0	0
13	**Koszt N_w+N_{OK}**		zł		2 000	2 400
14	**SPBT = $(N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$**		lata		22,7	27,3

Podstawa przyjętych wartości N_U

Ceny średniorynkowe

Wybrany wariant : 1	**Koszt : 2 000 zł**	**SPBT= 22,7 lat**

7.5. 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	154 560	6,0
2	Wymiana drzwi	2 000	22,7
3	Wymiana okien	96 936	22,9
4	Ocieplenie stropodachu	46 500	23,0

7.6.1. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: Q_{0co}= 410 GJ/a

Opis:

Proponuje się montaż instalacji c.o. wraz z węzłem ciepłowniczym.

koszt	zł	150 000 zł

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	MSC		MSC	
1	sprawność wytwarzania	η_g =	0,91	η_g =	0,91
2	sprawność przesyłu	η_d=	0,90	η_d=	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	η_e=	0,85	η_e=	0,88
4	sprawność akumulacji	η_s=	1,00	η_s=	1,00
5	sprawność całkowita systemu	η =	**0,70**	η =	**0,77**
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t =	0,85	w_t =	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	w_d =	0,95	w_d =	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	węzeł cieplny	bez zmian
sprawność przesyłu η_d	przewody nie izolowane	przewody izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna i miejscowa P-2K - istalacja stara zakiemiona, grube przekroje, grzejniki żeliwne	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K - nowa instalacja
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	16	bez zmian

7.6.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,082939	0,082939
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	410	410
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	**0,70**	**0,77**
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	**473**	**430**
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	41 624	37 840
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	**41 624**	**37 840**
11	Różnica	zł/rok		3 784
12	Koszt	zł		150 000
13	SPBT	lat		**39,6**

7.7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.7.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Wymiana instalacji co	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	
3	Wymiana drzwi	X	X	X		
4	Wymiana okien	X	X			
5	Ocieplenie stropodachu	X				

7.7.2. 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+5	449 996	2 000	451 996
2	1+2+3+4	403 496	2 000	405 496
3	1+2+3	306 560	2 000	308 560
4	1+2	304 560	2 000	306 560
5	1	150 000	2 000	152 000

7.7.3. 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	$Q_{co}*w / \eta$	Opłata c.o.	q_{cw}	Q_{cw}	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Opłata 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	0,0610	237	0,770	0,81	249	21 912	0,0036	18	2 550	0,0646	267	24 462	224	20 352
2	0,0631	255	0,770	0,81	268	23 584	0,0036	18	2 550	0,0667	286	26 134	205	18 680
3	0,0698	308	0,770	0,81	323	28 424	0,0036	18	2 550	0,0734	341	30 974	150	13 840
4	0,0698	308	0,770	0,81	324	28 512	0,0036	18	2 550	0,0734	342	31 062	149	13 752
5	0,0829	410	0,770	0,81	430	37 840	0,0036	18	2 550	0,0865	448	40 390	43	4 424
0-stan istniejący	0,0829	410	0,700	0,81	473	42 264	0,0036	18	2 550	0,0865	491	44 814		

[ ] *wariant wybrany do realizacji*

1) - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy

7.7.4. 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
1	Wymiana instalacji co Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana drzwi Wymiana okien Ocieplenie stropodachu	451 996	20 352	45,6%
2	Wymiana instalacji co Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana drzwi Wymiana okien	405 496	18 680	41,8%
3	Wymiana instalacji co Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana drzwi	308 560	13 840	30,5%
4	Wymiana instalacji co Ocieplenie ścian zewnętrznych	306 560	13 752	30,3%
5	Wymiana instalacji co	152 000	4 424	8,8%

7.7.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Wymiana instalacji co
Ocieplenie ścian zewnętrznych
Wymiana drzwi
Wymiana okien
Ocieplenie stropodachu

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

Wymiana instalacji co	Należy kompleksowo zmodernizować instalację co.
Ocieplenie ścian zewnętrznych	Należy ocieplic ściany styropianem o współczyniku współczyniku λ=0,038 i grubości 17cm.
Wymiana drzwi	Należy wymienić drzwi boczne na parterze na nowe o współczyniku U=1,3
Wymiana okien	Należy wymienić okna na nowe o współczyniku U=0,9
Ocieplenie stropodachu	Należy ułożyć styropapę o współczyniku λ=0,036 i grubości 14cm.

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	**451 996 zł**
Obliczeniowa roczna oszczędność kosztów:	**20 352 zł**
Czas zwrotu nakładów SPBT:	**22,2**

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

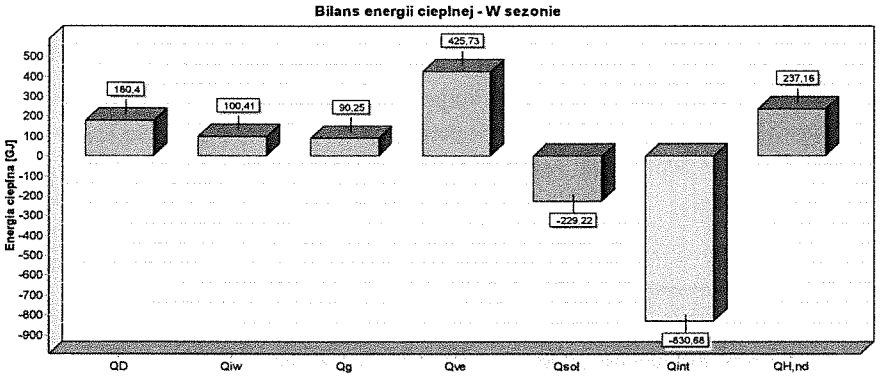
Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm^3/(m^2*dzień)	0,35	0,35
powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	1045	1045
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	^{0}C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	^{0}C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowanu k_R	-	0,7	0,7
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	**4 896**	**4 896**
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	1,00	1,00
sprawność całkowita η_w	-	0,99	0,99
roczne zapotrzebowanie **ciepła końcowego** $Q_{K,W}$	kWh/a	**4 945**	**4 945**
roczne zapotrzebowanie **ciepła końcowego** $Q_{K,W}$	GJ/a	**18**	**18**

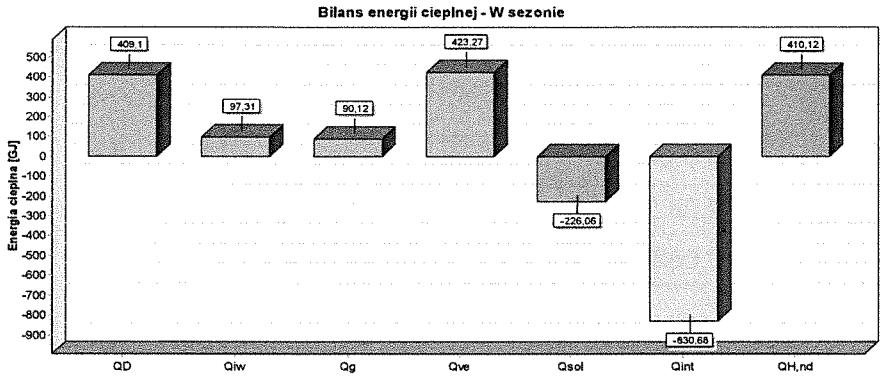
Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
Ilość użytkowników	*os.*	*82*	*82*
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 Vcw	*l*	*15*	*15*
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hśr}=(L*V_{cw})/(18*1000)$	m^3/h	0,068	0,068
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,180	3,180
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. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} \cdot Q_{cwi} \cdot N_h \cdot 10^6/3600$	kW	11,4	11,4
Średnia moc c.w.u. $\mathbf{q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max}/N_h}$	**kW**	**3,6**	**3,6**

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	0,060995	237,16
2	0,063103	255,08
3	0,069797	308,01
4	0,069797	308,49
5	0,082939	410,12
0 - stan istniejący	0,082939	410,12


Bilans energii cieplnej - W sezonie
Energia cieplna [GJ]
500
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
-500
-600
-700
-800
-900
160,4
100,41
90,25
425,73
-229,22
-630,68
237,16
QD
Qiw
Qg
Qve
Qsol
Qint
QH,nd


Bilans energii cieplnej - W sezonie
Energia cieplna [GJ]
500
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
-500
-600
-700
-800
-900
409,1
97,31
90,12
423,27
-226,06
-630,68
410,12
QD
Qiw
Qg
Qve
Qsol
Qint
QH,nd

Obliczenie stopniodni Sd

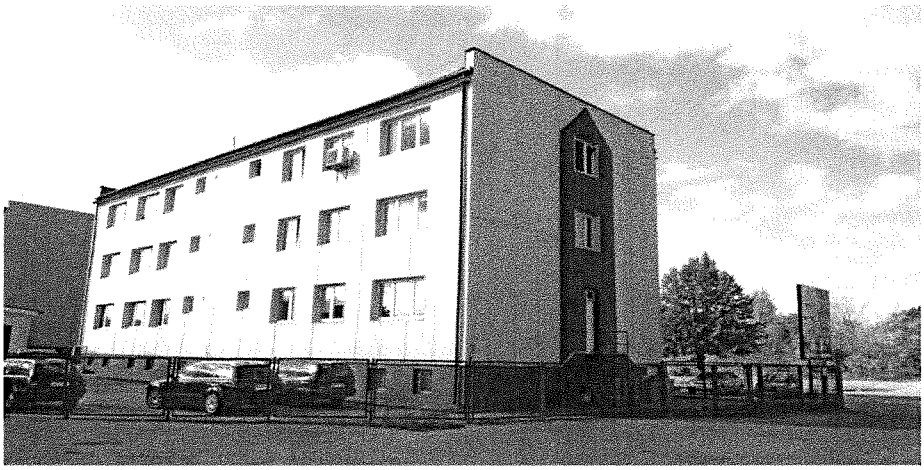
Dane klimatyczne dla Suwałk

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]	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$*Ld(m) [dzień*K/m-c]	756,4	672	551,8	369	110	134	381,3	570	663,4

Dla przegród zewnętrznych **Sd 4 208 dzień*K/rok** przy $\Theta_{int,H}$ = 19,1 °C

MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA - modernizacja polega na wymianie źródeł światła					
		Jednostki	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji	
				żarówki energooszczędne	LED
1.	Moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku	W	15 428	10 800	7 714
2.	Powierzchnia budynku	m^2	1 045		
3.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku	W/m^2	15	10	7,4
4.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	2 250		
5.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	250		
6.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	—	1	1	1
7.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O	—	1	1	1
8.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	—	1	1	1
9.	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji MF	—	1	1	1
10.	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	kWh/m^2rok	37,5	25	17,5
11.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej	kWh/rok	39 197,63	26 131,75	18 292,23
12.	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia	kWh/rok	------	13 065,88	20 905,40
13.	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh	0,51		
14.	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego	zł/rok	19 991	13 327	9 329
15.	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	------	6 664	10 662
16.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia	zł	------	15 000	20 000
17.	Prosty czas zwrotu	lat	------	2,3	1,9
Do realizacji wybrano wariant z oświetleniem ledowym.					

	PRZED	PO	
c.w.u.	4 945	4 945	kWh/rok
c.o.	131 389	69 167	kWh/rok
oświetlenie	39 198	18 292	kWh/rok
energia pomocnicza	2 091	2 091	kWh/rok
EK	**177 622**	**94 494**	**kWh/rok**

5