



"Twoja Energia"
05-400 Otwock, ul. Wyspiańskiego 8 m.24
tel./fax: +48 22 719 69 71
kom.607 234 373 / 607 788 800
www.twoja-energia.pl
NIP 532 113 38 59 Regon:142 599 076

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Adres budynku	ulica: Koźła 117 Szkoła Podstawowa kod: 66-008 miejscowość Świdnica powiat: zielonogórski województwo: lubuskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Tomasz Folfasiński tytuł zawodowy: mgr nr opracowania 2012-2

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Szkoła Podstawowa	1.2. Rok budowy	1930
1.3. Inwestor	Gmina Świdnica ul. Długa 38 kod 66-008 Świdnica tel. 66 327 31 15 NIP 973-000-09-16	1.4. Adres budynku Koźla 117 kod 66-008 Świdnica powiat zielonogórski woj. lubuskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt TWOJA ENERGIA REGON: 142 599 076 NIP 532 113 38 59 05-400 Otwock, ul. Wyspiańskiego 8/24			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr Tomasz Folfasiński, Pilchów 307, 37-464 Zaleszany wpis do rejestru MI 7653 <p style="text-align: right;"><i>podpis</i></p>			
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			
2	-		
3	-		
4	-		
5. Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	20.01.2012
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3-4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6-10
5.	Ocena stanu technicznego budynku		11-12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14-29
8.	Opis wariantu optymalnego		30
9.	Efekt ekologiczny termomodernizacji		28
10.	Podsumowanie		29
11.	Załączniki		30

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 913	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	490	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	490	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	59	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze przepływowe elektr.	
10.	Rodzaj systemu grzewczego na budynku	kocioł węglowy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,22	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane¹⁾		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,134	0,228
2.	Dach / stropodach	0,247	0,247
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,398	0,221
4.	Okna (PCV)	1,6	1,6
5.	Drzwi / bramy	1,6	1,6
6.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	0,82
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,75	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,98	0,98
4. Charakterystyka systemu wentylacji³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1 180	1 180
4.	Liczba wymian [l/h]	2,00	2,00
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ⁴⁾ [kW]	119,9	99,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu ⁵⁾ [kW]	1,4	1,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	994,7	818,5
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1651,1	1095,6
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ⁵⁾ [GJ/rok]	27,0	27,0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-

*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	563,7	463,8
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	935,6	620,8
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	157,45	104,48
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ⁶⁾			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	38,03	38,03
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	34,18	34,18
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc***) [zł]	0	0
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	10,78	7,19
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	51,25	51,25
7.	Inne - opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł]	38,03	38,03
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	33,1%
Planowane koszty całkowite	100130,74	Premia termomodernizacyjna	15528,92
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	21105,26		

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 5 (uwaga - przy tym załączniku znajdują się wydruki z programu komputerowego z pełnymi obliczeniami)
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczone w załączniku 4
- 6) Wyliczenie opłat jednostkowych zamieszczone w załączniku 1

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekty adaptacyjne, przebudowy:

- Projekt techniczny rozbudowy szkoły podstawowej w Koźli 1992 rok

3.2. Inne dokumenty

Umowa z dostawcą energii elektrycznej wg taryfy (grupa tryfowa C21) energii elektrycznej ENEA S.A. ul. Górecka 1, 60-201 Poznań

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223.poz 1459, ze zmianami. 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 z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 6 listopada 2008r. 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”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Jerzy Piotrowski - Dyrektor Szkoły
- Katarzyna Krynicka - pracownik UG

3.4. Data wizji lokalnej

13.01.2012 23.01.2012

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Dofinansowanie na warunkach określonych w programie funduszu unijnego
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja c.o.
 - Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
 - Docieplenie ścian zewnętrznych

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	19 411,15 zł
Kwota dofinansowania możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	77 644,59 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

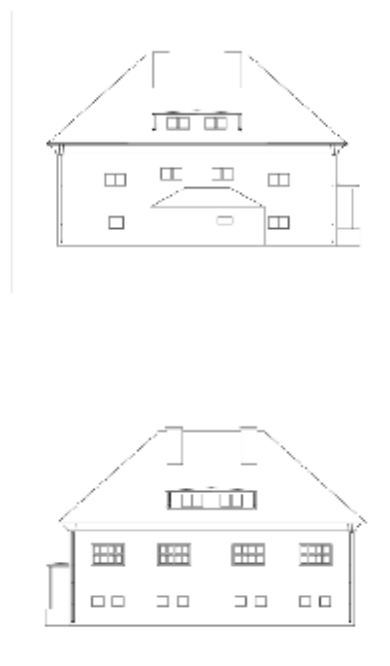
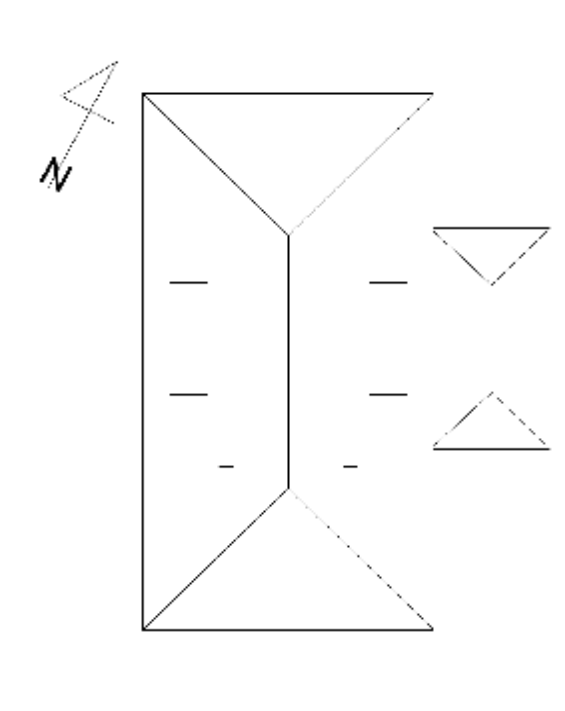
Własność	prywatna	państwowa <input checked="" type="checkbox"/>	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny
Adres	Koźla 117, 66-008 Świdnica		
Budynek	wolnostojący <input checked="" type="checkbox"/>	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1930		Rok zasiedlenia		1930	
Technologia budynku		UW-2Z-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	<input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	222,00	10	Budynek podpiwniczony	nie		
2	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3241,70	11	Liczba klatek schodowych	0		
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, loggii i galerii [m ³]	2912,90	12	Liczba kondygnacji	3		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań [m ²]	0,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,44; 3,55		
5	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń biurowych i pomocniczych [m ²]	490,25	14	Liczba użytkowników	59		
6	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń gospodarczych ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0,00	15	Liczba pomieszczeń	10		
7	Powierzchnia korytarzy i klatek schodowych [m ²]	0,00	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0		
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7] [m ²]	490,25	17	Liczba WC	3		

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Szkic budynku.



Elewacja północna



Elewacja wschodnia



Elewacja południowa



Elewacja zachodnia

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły podstawowej składa się z trzech kondygnacji: parteru, piętra i poddasza w 2/3 użytkowego. W części wschodniej budynku znajduje się szatnia.

Budynek na planie prostokąta, budowany w systemie tradycyjnym murowanym, z cegły pełnej.

Konstrukcja murów z cegły pełnej palonej (o grubości 55 cm), na zaprawie wapienno-cementowej, schody żelbetowe, strop nad parterem masywny, ceramiczne, nad piętrem strop drewniany.

Fundamenty budynku, betonowe, brak podpiwniczenia.

Dach o konstrukcji drewnianej, wysokiej czterospadowej, pokryty dachówką ceramiczną "karpiówką".

Drzwi wejściowe dwuszybowe w ramach PCV - współczynnik przenikania ciepła $U=1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Okna dwuszybowe w ramach PCV - współczynnik przenikania ciepła $U=1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. netto m ²	U _k W/(m ² *K)	PCV			
					Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana zewnątrzna	N	73,21	1,134	3,04	1,60	4,25	1,60
		E	116,43	1,134	9,62	1,60		
		S	78,88	1,134	1,62	1,60		
		W	107,97	1,134	24,08	1,60		
2	Podłoga na gruncie	H	190,00	0,340				
3	strop pod nieogrzewanym poddaszem	H	117,82	1,398				
4	strop pod nieogrzewanym poddaszem 2	H	72,18	0,460				
5	dach	E	24,75	0,247				
		W	24,75	0,247				
6	Ściana wewnętrzna poddasza	H	119,00	0,371				

4.d. 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]	6,0
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną za co	[kW]	119,9
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	1,4
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	994,7
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 651,1
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	38,0
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	51,3

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Ciepło dostarczane jest z lokalnej kotłowni - z kotła węglowego zainstalowanego w roku 2011. Instalacja tradycyjna pompowa, dwururowa.
2	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3	Przewody w instalacji	Stalowe, prowadzone częściowo po wierzchu. Przewody są nieizolowane. Ogólnie stan techniczny dostateczny.
4	Rodzaje grzejników	Grzejniki żeliwne żeberkowe w złym stanie technicznym.
5	Ostonięcie grzejników	częściowo osłonięte drewnianą konstrukcją
6	Zawory termostatyczne	Brak
7	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze typu otwartego
8	Odpowietrzenie	Odpowietrzniki przy grzejnikach
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 dni / 4 godz. przerwy
10	Modernizacja instalacji po roku 1984	wymieniony został kocioł węglowy

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynników sprawności	
		kocioł węglowy	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,75
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	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,98

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana z elektrycznych, przepływowych podgrzewaczy, miejscowo
2.	Piony i ich izolacja	Brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia lokalna z kotłem na węgiel kamienny, instalacja tradycyjna rurowa pompowa.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	1 180

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,134	0,882	4,0
strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,398	0,715	4,5

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przewodzenia ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących. Brak widocznych pęknięć w elewacjach zewnętrznych.

Strop pod nieogrzewanym poddaszem wymaga docieplenia.

Ściany wymagają docieplenia i otynkowania.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne pcv	1,6	2,4
okna PCV	1,6	1,9

Stan techniczny okien PCV bardzo dobry - współczynniki spełniają wymagania.

5.3 System grzewczy

Instalacja grzewcza w dostatecznym stanie technicznym, grzejniki żeliwne żeberkowe wymagają wymiany. Brak zaworów termostatycznych.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda podgrzewana lokalnie w punktach odbioru przez elektryczne podgrzewacze przepływowe.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez otwory wywiewne zaopatrzone w wentylatory. Świeże powietrze infiltruje do środka przez otwory wentylacyjne, nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne (ściany zewnętrzne i strop pod nieogrzewanym poddaszem) i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<u>Okna PCV</u> są w stanie technicznym bardzo dobrym, o niskim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K].	Okna PCV pozostają nie wymienione.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Nie przewiduje się przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. instalacja w dobrym stanie.	Nie przewiduje się przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
5	<u>System grzewczy</u> Lokalna kotłownia w bardzo dobrym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę grzejników i montaż zaworów termostatycznych

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	Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu metodą lekką moką
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Przewiduje się docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem warstwą wełny mineralnej położonej luzem i przykrytą deskami.
3	Modernizacja c.o.	Przewiduje się wymianę grzejników i założenie zaworów termostatycznych.

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	Docieplenie ścian zewnętrznych
		Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem

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

- 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
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 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}		20,00	20,00	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,00	-20,00	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych przy t_{wo}	3 688	3 688	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	c.o. węgiel kamienny	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		38,03	38,03	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$		51,25	51,25	zł/m-c
$O_{0m}, O_{1m},$	c.w.u. energia elektryczna	51 143	51 143	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		148,97	148,97	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$		11,55	11,55	zł/m-c

Ceny węgla kamiennego według aktualnych cen lokalnego rynku, z podatkiem 23% VAT.

Ceny i stawki opłat wg taryfy (grupa tryfowa C11) energii elektrycznej ENEA S.A. Poznań (z VAT)

Wyliczenie opłat w załączniku 1.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				A	=	376,49 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_{kosz}	=	414,14 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,882	3,882	4,382	4,882
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	136,1	30,9	27,4	24,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0171	0,0039	0,0034	0,0031
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		4000,49	4133,59	4240,07
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		112,00	125,00	135,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		46383,57	51767,38	55908,77
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		11,59	12,52	13,19
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,13	0,26	0,23	0,20
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg aktualnych cen rynku lokalnego. Koszt stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}).						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	51767,38 zł	SPBT=	12,52 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				strop pod nieogrzewanym poddaszem		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 117,82 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 129,60 \text{ m}^2$</p>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu w pomieszczeniach warstwą wełny mineralnej						
Współczynnik przewodzenia $\lambda = 0,042 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,33	3,81	4,29
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,715	4,049	4,525	5,001
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	52,5	9,3	8,3	7,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0066	0,0012	0,0010	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		1642,79	1680,82	1711,24
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		120,00	148,83	230,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		15552,00	19288,37	29808,00
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,47	11,48	17,42
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,398	0,247	0,221	0,200
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg aktualnych cen rynku lokalnego.</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 19288,37 zł		SPBT= 11,48 lat		

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

Dane: $Q_{ocw} = 26,97 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0014 \text{ MW}$

Opis:

Ciepła woda użytkowa wytwarzana przy punktach poboru z elektrycznych podgrzewaczy przepływowych - nie przewiduje się modernizacji.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0014	0,0014
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	26,97	26,97
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1z}$	zł/a	4017,63	4017,63
4	Roczna opłata stała $O_{0,1m}$	zł/a	859,21	859,21
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	11,55	11,55
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	4888,39	4888,39
7	Różnica	zł/a		0,00
8	Koszt	zł		-
9	SPBT	lat		-
KOSZT		- zł	SPBT	- lat

7.2.6. 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	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	19288,37	11,48
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	51767,38	12,52

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

Dane: $Q_{0co} = 994,73 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Zainstalowane są grzejniki członowe żeliwne, stare, wyeksploatowane
- 2 Zawory termostaticzne - brak albo nie działają
- 3 Kocioł c.o. na węgiel kamienny w bardzo dobrym stanie technicznym
- 4 W węźle istnieje podstawowa automatyka

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	wymiana grzejników	20	1 250,00	26 000,00
2	montaż zaworów termostaticznych	20	50,00	
koszt			zł	26 000,00

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki sprawności.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
-	rodzaj systemu zasilania	kocioł węglowy		kocioł węglowy	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,82	$\eta_w =$	0,82
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,96	$\eta_p =$	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,75	$\eta_r =$	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,59	$\eta =$	0,73
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	$w_t =$	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,98	$w_d =$	0,98

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kocioł węglowy w lokalnej kotłowni	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody poziome izolowane w ogrzewanym pomieszczeniu	bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna, bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa - montaż zaworów termostatycznych, wymiana grzejników
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	praca 5 dni w tygodniu	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	przerwa 4 godzin	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO *	MW	0,119943	0,119943
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu *	GJ/rok	994,73	994,73
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,59	0,73
4	Obniżenie nocne	-	0,98	0,98
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	1403	1132
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	53352,58	43047,13
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
9	Roczny abonament	zł/rok	615,00	615,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	53967,58	43662,13
11	Różnica	zł/rok		10305,45
12	Koszt	zł		26 000
13	SPBT	lat		2,5

* policzone programem

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja c.o.	X	X	X			
2	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X				
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	X					

7.4.2. 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	97055,74	3075,00	100130,74
2	1+2	45288,37	3075,00	48363,37
3	1	26000,00	3075,00	29075,00

7.4.3. 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⁾	h	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / h$	Opłata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,0991	818	0,732	0,98	1 096	42 293,14	0,0014	27	5 015,44	0,1005	1 123	47 308,58	555	21 105,26
2	0,1135	942	0,732	0,98	1 262	48 605,71	0,0014	27	5 015,44	0,1149	1 289	53 621,14	389	14 792,70
3	0,1199	995	0,732	0,98	1 332	51 267,63	0,0014	27	5 015,44	0,1213	1 359	56 283,07	319	12 130,77
0-stan istniejący	0,1199	995	0,590	0,98	1 651	63 398,40	0,0014	27	5 015,44	0,1213	1 678	68 413,84		

1 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki - załącznik 5

²⁾ - moc i zużycie energii na cwu - załącznik 4

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Optymalna kwota kredytu (kwota środków własnych / kwota dofinansowania) [zł,%] [zł,%]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii		
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	docieplenie ścian zewnętrznych docieplenie stropu pod nieog.podd. remont c.o.	97055,74	21105,26	33,1%	81 526,82	84,0%	19 411,15	15 528,92	42 210,53
					15 528,92	16,0%			
2	docieplenie stropu pod nieog.podd. remont c.o.	45288,37	14792,70	23,2%	38 042,23	84,0%	9 057,67	7 246,14	29 585,40
					7 246,14	16,0%			
3	remont c.o.	26000,00	12130,77	19,0%	21 840,00	84,0%	5 200,00	4 160,00	24 261,55
					4 160,00	16,0%			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Modernizacja c.o.
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- Docieplenie ścian zewnętrznych

Przedsięwzięcie to spełnia warunki programu:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 33,1% czyli powyżej 30%
2. planowane dofinansowanie nie przekracza wartości możliwej do otrzymania przez inwestora

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Remont instalacji c.o. polegający na:
 - wymianie grzejników - 20 szt.
 - montaż zaworów termostatycznych - 20 szt.
- 2 Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$), o grubości 16cm oraz ułożenie podłogi z płyt OSB.
- 3 Docieplenie ścian zewnętrznych budynku styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$), o grubości 14 cm, metodą lekką moką.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja c.o.	-	-	26 000,00
2	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	129,60	148,83	19 288,37
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	414,14	125,00	51 767,38
4	Koszt audytu	-	-	3 075,00
			SUMA	100 130,74

8.3 Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Wartość projektu brutto	100130,74 zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	97055,74 zł
Udział środków własnych inwestora:	19411,15 zł
Kredyt bankowy:	- zł
Przewidywana dotacja:	77644,59 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	4,60 lat

8.4 Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- 1 Złożenie wniosku o dofinansowanie;
- 2 Realizacja robót i odbiór techniczny;
- 3 Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy;
- 4 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

9. Ekologiczny efekt termomodernizacji

9.1. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń

Efekt ekologiczny osiągnięty zostanie poprzez wykonanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia zużycia energii cieplnej niezbędnej do ogrzewania i wentylacji budynku

Poprzez ocieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu pod nieogrzewanym poddaszem uzyskano polepszenie charakterystyki energetycznej budynku i zmniejszono emisję zanieczyszczeń do atmosfery.

Wyniki obliczeń	Przed termo-modernizacją	Po termo-modernizacji	Bilans cieplny
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności [GJ/rok]	1651,10	1095,60	555,50
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	26,97	26,97	0,00
Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u. [MWh/rok]	4,60	4,60	0,00
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie [MWh/rok]	14,71	14,71	0,00

Budynek jest ogrzewany z lokalnej kotłowni, z kotła węglowego.

Każda ilość energii pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych związana jest z emisją dwutlenku węgla do atmosfery. Efekt ekologiczny obliczany jest jako różnica w rocznej emisji CO₂ przed i po termomodernizacji.

Do obliczeń zastosowano wskaźniki w zestawieniach wartości opałowych i wskaźników emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Usprawnieniami do Emisji, publikowanymi przez Krajowego Administratora Systemu Handlu Usprawnieniami do Emisji za rok 2011

$$E_{CO_2y} = E_{chy} * W_e + E_{ely} * W_{ey}$$

E_{CO_2y} - roczna wielkość emisji CO₂ [Mg]

E_{chy} - roczne zużycie energii chemicznej zawartej w danym nośniku [GJ/rok]

W_e - wskaźnik emisji wyrażony w Mg CO₂ / GJ dla danego nośnika energii

E_{ely} - roczne zużycie energii elektrycznej [MWh/rok]

W_{ely} - wskaźnik emisji wyrażony w Mg CO₂ / MWh podany przez KOSZI/NFOŚIGW za 2011 r.

$$E_{CO_2y} = Q_k$$

przed termomodernizacją:

E_{CO_2y}	179	Mg/rok
E_{chy}	1651,10	GJ/rok
W_e	0,09414	Mg/GJ
E_{ely}	26,81	MWh/rok
W_{ely}	0,89	Mg/MWh

po termomodernizacją:

E_{CO_2y}	126	Mg/rok
E_{chy}	1095,60	GJ/rok
W_e	0,09414	Mg/GJ
E_{ely}	26,81	MWh/rok
W_{ely}	0,89	Mg/MWh

Końcowy efekt redukcji emisji	
53	Mg CO₂/rok
29,61%	

10. Podsumowanie

Projekt polegający na termomodernizacji:

Szkoły Podstawowej w Koźli

Koźla 117, 66-008 Świdnica

w zakresie:

- Modernizacja c.o.
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- Docieplenie ścian zewnętrznych

której całkowity koszt z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu energetycznego wyniesie

100 130,74 zaś bez uwzględnienia kosztu audytu - **97 055,74** brutto, charakteryzuje się następującymi cachami:

1 Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię o:	33,08%
2 Ilość zaoszczędzonej energii	555 GJ/rok
3 Roczne oszczędności kosztów energii	21 105,26 zł
4 Prosty czas zwrotu (SPBT) całej inwestycji	4,60 lata
5 Ograniczenie emisji CO ₂ do atmosfery	53,00 Mg CO₂/rok
6 Redukcja emisji CO ₂ do atmosfery	29,61%

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła (zał. 1A, zał. 1B)
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród (2 strony)
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenie stopniodni
- Załącznik 7 Obliczanie zapotrzebowanie na oświetlenie
- Załącznik 8 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i c.w.u.
- Załącznik 9 Wydruki wyników z programu OZC 4.8PRO

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła do c.o.

Opłaty za zużycie ciepła do c.o.

Założenia:

- c.o. - budynek zasilany z lokalnej kotłowni na węgiel kamienny
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

Przed modernizacją

Węgiel kamienny		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
wartość opałowa węgla kamiennego	GJ/Mg	24,00	
cena jednostkowa zakupu węgla	zł/Mg	742,00	912,66
roczne koszty obsługi	zł	0,00	0,00
roczne koszty stałe(remonty,przeglądy)	zł	500,00	615,00
Roczne koszty ogrzewania	zł	43 890,69	53 985,55

Po modernizacji

Węgiel kamienny		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
wartość opałowa węgla kamiennego	GJ/Mg	24,00	
cena jednostkowa zakupu węgla	zł/Mg	742,00	912,66
roczne koszty obsługi	zł	0,00	0,00
roczne koszty stałe(remonty,przeglądy)	zł	500,00	615,00
Roczne koszty ogrzewania	zł	29 292,58	36 029,88

Ceny węgla kamiennego wg lokalnej średniej ceny rynkowej

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła do c.w.u

Opłaty za zużycie energii elektrycznej:

Założenia:

- c.w.u. - z elektrycznych podgrzewaczy przepływowych w miejscach odbioru
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

Przed modernizacją

Energia elektryczna		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za dystrybucję (moc 11 kW)	zł/kW/m-c	28,16	34,64
Opłata przejściowa (moc 11 kW)	zł/kW/m-c	13,42	16,51
Opłata dystrybucyjna zmienna+jakościowa	zł/kWh	0,1393	0,1713
Opłata za energię czynną	zł/kWh	0,2967	0,3649
Opłata abonamentowa+handlowa	zł/m-c	9,39	11,55

Po modernizacji

Energia elektryczna		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za dystrybucję (moc 11 kW)	zł/kW/m-c	28,16	34,64
Opłata przejściowa (moc 11 kW)	zł/kW/m-c	13,42	16,51
Opłata dystrybucyjna zmienna+jakościowa	zł/kWh	0,1393	0,1713
Opłata za energię czynną	zł/kWh	0,2967	0,3649
Opłata abonamentowa+handlowa	zł/m-c	9,39	11,55

Ceny i stawki opłat wg taryfy (grupa tryfowa C11) energii elektrycznej ENEA S.A.,
ul. Nowowiejska 11, 60-967 Poznań

Załącznik 2 str. 1/2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ścianyzew.	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	1,134
	cegła pełna	0,520	0,770	0,675	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,882	

Podłoga na gruncie	latriko	0,010	0,720	0,014	0,340
	beton	0,010	1,000	0,010	
	trocinobeton	0,070	0,130	0,538	
	papa asf	0,050	0,180	0,278	
	gruzobeton	0,100	1,000	0,100	
				R _g 2,000	
				razem 2,940	

Strop pod nieogr. poddaszem	deski	0,025	0,300	0,083	1,398
	polepa	0,150	0,800	0,188	
	warstwa pow.	0,030		0,160	
	deski	0,018	0,300	0,060	
	tynk cem-wap	0,020	0,820	0,024	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
			razem 0,715		

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ścianyzew.	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	0,228
	cegła pełna	0,520	0,770	0,675	
	styropian	0,140	0,040	3,500	
	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 4,382	

Podłoga na gruncie	latriko	0,010	0,720	0,014	0,340
	beton	0,010	1,000	0,010	
	trocinobeton	0,070	0,130	0,538	
	papa asf	0,050	0,180	0,278	
	gruzobeton	0,100	1,000	0,100	
				R _g 2,000	
				razem 2,940	

Strop pod nieogr. poddaszem	deski	0,025	0,300	0,083	0,221
	wełna mineralna	0,160	0,042	3,810	
	polepa	0,150	0,800	0,188	
	warstwa pow.	0,030		0,160	
	deski	0,018	0,300	0,060	
	tynk cem-wap	0,020	0,820	0,024	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
			razem 4,525		

Załącznik 2 str. 2/2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Strop pod nieogrz. poddaszem 2	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,460
	wełna strych	0,100	0,052	1,923	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
				razem 2,175	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Strop pod nieogrz. poddaszem 2	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,460
	wełna strych	0,100	0,052	1,923	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
				razem 2,175	

dach	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,247
	wełna strych	0,200	0,052	3,846	
	folia polietylenowa	0,001	0,200	0,003	
	dachówka ceram.	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,040	
				razem 4,053	

dach	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,247
	wełna strych	0,200	0,052	3,846	
	folia polietylenowa	0,001	0,200	0,003	
	dachówka ceram.	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,040	
				razem 4,053	

Ściany wew.	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,371
	wełna strych	0,100	0,042	2,381	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,130	
				razem 2,693	

Ściany wew.	gips - karton	0,012	0,230	0,052	0,371
	wełna strych	0,100	0,042	2,381	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,130	
				razem 2,693	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

4. Wentylacja naturalna

4.1. Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430/AZ3:2000

pomieszczenie	ilość	strumień powietrza wg. normy w m ³ /h	Strumień w m ³ /s	Łączne zap. powietrza w m ³ /s
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką gazową lub węglową	-	-	-	-
łazienka (z WC lub bez)	-	-	-	-
oddzielne WC	-	-	-	-
ilość osób w budynku użyteczności publicznej	59	20	0,006	0,328
klatki schodowe		0	0,000	0,000
Przyjęto dla klatki schodowej 0,5 h ⁻¹	ŁĄCZNIE V_o			0,328

V_o = 1 180 m³/h

Kubatura wentylowana budynku 3 242 m³

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego 0,36 h⁻¹

4.2. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831

$V_{i,i} = \max (V_{inf,i} , V_{min,i}) , m^3/h$ $V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i , m^3/h$

Wg PN-EN 12831 minimalna krotność powietrza na godzinę dla pomieszczeń

n _{min}	2	h ⁻¹
V _i	3 242	m ³ /h
V _{min}	6 483	m ³ /h

Wg PN-EN 12831 strumień powietrza na drodze infiltracji

$V_{inf,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i , m^3/h$

Średni stopień obudowy budynku

Współczynnik osłonięcie, więcej niż jedna fasada odsłonięta

Wsp. poprawkowy ze względu na wysokość

V _i	3 242	m ³ /h
n ₅₀	4	h ⁻¹
e	0,03	
ε	1,00	
V _{inf}	389	m ³ /h
V_{min} > V_{inf}		

4.3. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

V_{nom} = Ψ = 1 180 m³/h

Współczynniki korekcyjne dla okien drewnianych :

	przed modernizacją	po modernizacji
c _r	1,0	1,0
c _w	1,0	1,0
c _m	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

c_r * c_w * V_{nom} 1 180,0 1 180,0 m³/h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

c_m * Ψ 1 180,0 1 180,0 m³/h

Załącznik 4

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 przed modernizacją	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(4)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	8	8
jed.odniesienia - ilość osób L	os	59	59
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	303	303
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	7 490,5	7 490,5
rodzaj źródła ciepła	-	przepływowe podgrzewacze	przepływowe podgrzewacze
procent udziału	%	100%	100%
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	1	1
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	1,0000	1,0000
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	7 490,5	7 490,5
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	26,97	26,97

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan po modernizacji	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(4)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,0262	0,0262
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	3,446	3,446
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	4,7	4,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	1,4	1,4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 4.8 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie		
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a	
1	0,0991	818,49	SZ
2	0,1135	942,44	STD
3	0,1199	994,73	c.o.
0 - stan istniejący	0,1199	994,73	

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Zielonej Góry

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy									
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-0,3	-0,7	2,9	8,2	12,8	13,7	6,1	4,0	0,1	
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	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]	629,3	579,6	530,1	354	36	31,5	430,9	480	616,9	

Dla przegród zewnętrznych

S_d **3 688** dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} = 20,00$ °C

Audyt energetyczny -
Szkoła Podstawowa w Koźli, Koźla 117, 66-008 Świdnica

Załącznik nr 7 Obliczanie zapotrzebowanie na oświetlenie

Średnia jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego	15,00	15,00	W/m ²
moc jednostkowa oświetlenia strefa 1	15	15	W/m ²
powierzchnia strefa 1	490,25	490,25	m ²

Charakterystyka systemu (1)	Jednostka (2)	Wartości przed modernizacją (3)	Wartości po modernizacji (3)	Uzasadnienie (4)
moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego P _N	W/m ²	15,0	15,0	bez zmian
współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F _c	-	1	1	brak regulacji
czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, t _D	h/rok	1800	1800	szkoła
współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F _o	-	1	1	regulacja ręczna
współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F _D	-	1	1	regulacja ręczna
czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t _N	h/rok	200	200	dla szkół
m	-	1	1	oświetlenie awaryjne
n	-	0	0	brak sterowania opraw
Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m ² /a	30,00	30,00	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie E _{K,L}	kWh/a	14 707,5	14 707,5	

en. elektryczna	W _{el=}	3
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q _{p,L} =W _{el} *E _{K,L} w kWh/rok		44123

Załącznik nr 8 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i c.w.u.

przed modernizacją:

tab. 19/10932

ogrzewanie			wentylacja			c.w.u.		
$Q_{el,H}$	$t_{el,H}$	$E_{el,H}$	$Q_{el,V}$	$t_{el,V}$	$E_{el,V}$	$Q_{el,V}$	$t_{el,V}$	$E_{el,V}$
W/m ²	h/rok	kWh/a	W/m ²	h/rok	kWh/a	W/m ²	h/rok	kWh/a
0,25	4500	3277,0	0	0	0,0	0	0	0,0
0,13	3500	1325,4						
$E_{el,pom}$		4602,4 kWh/a						

po modernizacji:

tab. 19/10932

ogrzewanie			wentylacja			c.w.u.		
$Q_{el,H}$	$t_{el,H}$	$E_{el,H}$	$Q_{el,V}$	$t_{el,V}$	$E_{el,V}$	$Q_{el,V}$	$t_{el,V}$	$E_{el,V}$
W/m ²	h/rok	kWh/a	W/m ²	h/rok	kWh/a	W/m ²	h/rok	kWh/a
0,25	4500	3277,0	0	0	0,0	0	0	0,0
0,13	3500	1325,4						
$E_{el,pom}$		4602,4 kWh/a						