



**PZ.271.7.2017**

**Załącznik nr. 10**  
**AUDYTY ENERGETYCZNE**

## AUDYT ENERGETYCZNY budynku użyteczności publicznej


dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do finansowania z funduszy termomodernizacji

Adres budynku	ulica: Piłsudskiego 12 kod: 09-210 miejscowość: Drobin powiat: plocki województwo: mazowieckie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Maciej Majak mgr inż. Maciej S. MAJAK tytuł zawodowy : mgr inż. PRAWNIENIOWYMI do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Nr ewid. LOD/1878/POOS/12, Nr ewid. LOD/0586/OWOS/06 L. uprawienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków - nr wpisu do rejestru : 340 tel. 504 55 11 11
Sprawdził	imię i nazwisko : Dariusz Heim tytuł zawodowy : dr hab. inż. autoryzacja KAPE 0074



Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.  
02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25  
NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl

Mazowiecka Agencja Energetyczna  
02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25  
NIP 113-276-09-03

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	Urząd Miasta i Gminy Drobin	1.2. Rok ukończenia budowy
			1976
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Miasto i Gmina Drobin ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 Drobin tel. fax.	1.4. ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 powiat płocki woj. mazowieckie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
 <p>Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. 02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25 NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl</p> <p><i>[Signature]</i></p>			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
<p>Maciej Majak PESEL 79061507713 91-739 Łódź ul. Brzeska 21/24 LOD/1878/POOS/12; LOD/0586/OWOS/06; nr wpisu do rejestru MliR: 340</p> <p><i>[Signature]</i></p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	dr hab. inż. Dariusz Heim	sprawdzający	KAPE 0074
5.	Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania
			luty 2016
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			

<b>2. Karta audytu energetycznego budynku *)</b>			
<b>Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Konstrukcja/technologia budynku	konstrukcja murowana	konstrukcja murowana
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3 542	3 542
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	831	831
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	831	831
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowe podgrzewacze zbiornikowe	miejscowe podgrzewacze zbiornikowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie olejowe z kotłowni w piwnicy	gruntowa pompa ciepła zasilana systemem PV
11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,56	0,56
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	1,47	0,19
	Ściany zewnętrzne	1,23	0,19
2.	Dach / stropodach	0,70	0,15
3.	Ściany stykające się z gruntem	1,79	0,20
4.	Podłoga na gruncie w piwnicy - bez zmian	5,26	5,26
5.	Podłoga na gruncie na parterze - bez zmian	4,76	4,76
6.	Okna, drzwi balkonowe	1,50	1,00
7.	Drzwi zewnętrzne/ bramy	2,60	1,30
8.	Inne		
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	3,50
2.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
3.	Sprawność przesyłu	0,90	0,96
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,93
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,90	0,90
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna / kanały wentylacyjne	okna / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	1 520	1 520
4.	Krotność wymian powietrza [wym/h]	0,60	0,60

<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	94,10	45,08
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,46	4,46
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	657,38	236,85
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	697,77	61,04
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	14,58	14,58
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	489,0	-
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 uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	219,76	79,18
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	233,26	20,40
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	84,85%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku **) [zł/GJ]	71,33	122,22
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	27,36	27,36
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc***) [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m-c]	4,99	0,56
6.	Sumaryczna opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł/kWh]	0,44	0,44
7.	Sumaryczna opłata za 1 GJ energii elektrycznej [zł/GJ]	122,22	122,22
8.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ z biomasy]	50,00	
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 139 697	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	89,4
Planowane koszty całkowite [zł]	1 225 797	Premia termomodernizacyjna [zł]	82 964
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	41 482		
*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			
**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii			
***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

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

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

- inwentaryzacja budowlana

**3.2. Inne dokumenty**

- dokumentacja fotograficzna

**3.3. Osoby udzielające informacji**

- użytkownik / zarządca obiektu

**3.4. Data wizji lokalnej**

- styczeń 2016 r.

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

- ograniczenie strat ciepła przez przegrody - docieplenie przegród
- ograniczenie zużycia nośników ciepła
- montaż instalacji fotowoltaicznej

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy 0 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

## 4a. Ogólne dane o budynku

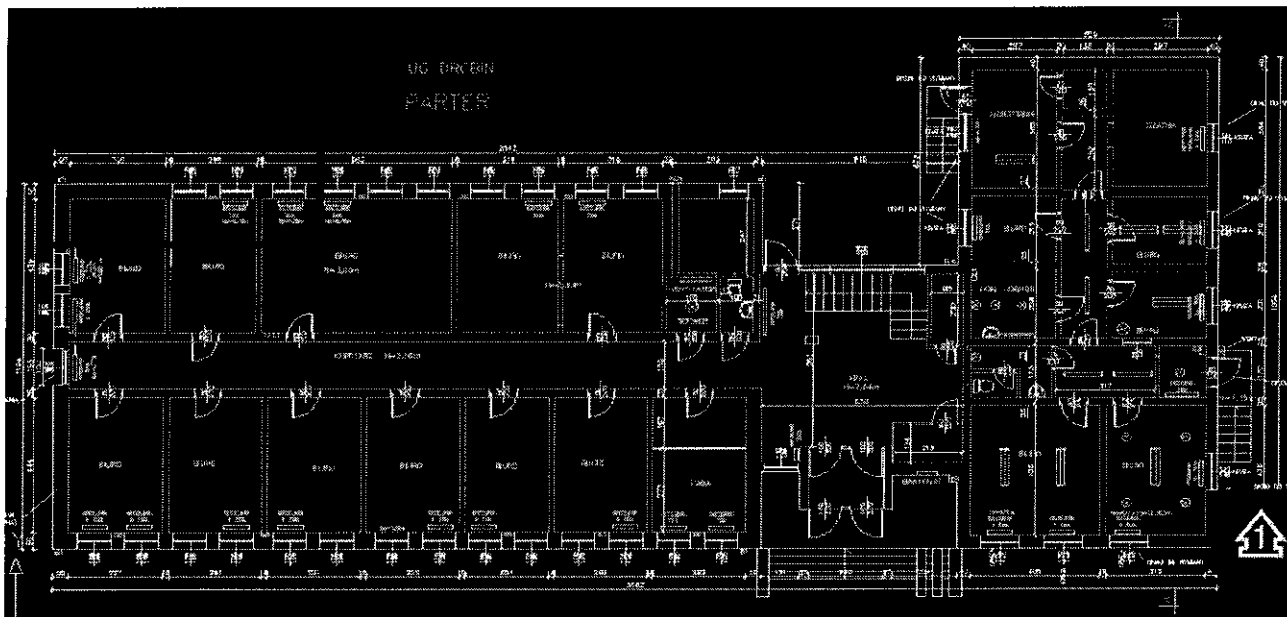
<b>Identyfikator budynku</b>			
<b>Własność</b>	Urząd Miasta i Gminy Drobin		
<b>Przeznaczenie budynku</b>	biurowy		
<b>Osiedle</b>			
<b>Adres</b>	Piłsudskiego 12; Drobin		
<b>Budynek</b>	wolnostojący		

Rok budowy		około 1976	Rok zasiedlenia		1976
Technologia budynku		konstrukcja murowana			
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	443	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	3 542	12	Liczba kondygnacji	3
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	3 542	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	570	14	Liczba użytkowników	50
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schod. [m <sup>2</sup> ]	158	15	Liczba mieszkań	-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	0	16	Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	44
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] podać przeznaczenie pom.	103	17	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	0	18	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	1
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	831	19	Liczba pomieszczeń z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pomieszczeń z WC osobno	4

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

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

4.b. Szkic budynku i dokumentacja fotograficzna





**4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku**

Budynek o dwóch kondygnacjach naziemnych, wykonany w technologii murowanej, podpiwniczony. Ściany zewnętrzne z cegły pełnej.

Podłoga na gruncie w piwnicy i na parterze - nie podlega wymianie.

Stropodach z płyt wps o konstrukcji żelbetowej.

Istniejąca stolarka okienna częściowo wymieniona. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla istniejących okien ocenia się na poziomie  $U=1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Należy wymienić okna na nowe.

Dla drzwi wejściowych wartość współczynnika ocenia się na poziomie  $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

Lp	Opis	Pow. całk. m <sup>2</sup>	Pow. do dociepl. m <sup>2</sup>	Pow. do obl. strat ciepła m <sup>2</sup>	U <sub>K</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Pow. okien m <sup>2</sup>	U okna W/(m <sup>2</sup> .K)	Pow. okien m <sup>2</sup>	U okna W/(m <sup>2</sup> .K)	Pow. drzwi m <sup>2</sup>	U drzwi W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Ściany zewn. gr. 40	498	449	408	1,47	84	1,50	0,00	-	5	2,60
2	Ściany zewn. gr. 50	466	386	351	1,23	115	1,50	0,00	-		
3	Ściana styk z grunt	111	135	111	1,79						
4	Stropodach	446	446	446	0,70	0	-	0,00	-	0	-
5	Podłoga na gruncie - parteru	314	0	314	4,76	0	-	0,00	-	0	-
6	Podłoga na gruncie - piwnicy	132	0	132	5,26	0	-	0,00	-	0	-

**4.d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	94,10
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	657,38
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	51,55
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	911,76
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0
	cena nośnika energii cieplnej	zł/GJ	71,33
	opłata abonamentowa i sieciowa miesięcznie	zł	0

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z kotłów opalanych olejem opałowym, zlokalizowanych w kotłowni w piwnicy.
2.	Parametry pracy instalacji wewn.	70/55
3.	Przewody w instalacji	nieizolowane
4.	Rodzaje grzejników	płytowe
5.	Ostonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	nie wszędzie
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,91$ $\eta_a = 1,00$ $\eta_p = 0,90$ $\eta_e = 0,88$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/14
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	tak

**4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest w lokalnych podgrzewaczach zbiornikowych. Nie przewiduje się zmian w tym zakresie.
2.	Piony i ich izolacja	brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. obliczeń	5,43

**4.g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	1 520

**4.h. Charakterystyka źródła ciepła**

Źródło ciepła stanowi lokalna kotłownia olejowa w piwnicy. Przewody grzewcze - nieizolowane.

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych.

### 5.2. System grzewczy

Ogrzewanie grzejnikowe zasilane z lokalnej kotłowni olejowej zlokalizowanej w podpiwniczeniu. System grzewczy należy zmodernizować - zaizolować przewody, wymienić armaturę regulacyjną oraz zweryfikować istniejące moce grzejników pod kątem nowego zapotrzebowania na ciepło i nowych parametrów grzewczych.

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana jest w lokalnych podgrzewaczach zbiornikowych. Nie przewiduje się zmian w tym zakresie.

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><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m<sup>2</sup>K]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne U= 1,47</li> <li>- ściany zewnętrzne U= 1,23</li> <li>- ściany styk. z gruntem Uk= 1,79</li> <li>- stropodach U= 0,7</li> <li>- podłoga na gruncie - parter Uk= 4,76</li> <li>- podłoga na gruncie - piwnica Uk= 5,26</li> </ul>	<p>należy docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>' R ≥ 5,0</li> <li>' R ≥ 5,0</li> <li>' R ≥ 5,0</li> <li>' R ≥ 6,7</li> <li>' R ≥ 3,3; przegroda bez zmian</li> <li>' R ≥ 3,3; przegroda bez zmian</li> </ul>
2	<p><b>Okna</b> U = 1,50 <b>Drzwi zewnętrzne i wrota</b> U = 2,60</p>	<p>U<sub>max</sub>=1,1 U<sub>max</sub>=1,3</p>
3	<p><b>Wentylacja</b> grawitacyjna</p>	<p>Istnieje prawdopodobieństwo zbyt małego przewietrzania pomieszczeń. Proponuje się montaż nawiewników higrosterowalnych w oknach.</p>
4	<p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> Lokalne podgrzewacze zbiornikowe.</p>	<p>-</p>
5	<p><b>System grzewczy</b> ogrzewanie grzejnikowe zasilane z lokalnej olejowej kotłowni.</p>	<p>przewiduje się montaż systemu c.o. z gruntową pompą ciepła zasilaną energią elektryczną, w tym energią z paneli fotowoltaicznych.</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, w tym stykające się z gruntem	docieplenie metodą ETICS
2	j.w. przez stropodach	docieplenie płytami z wełną mineralną
3	zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana okien; montaż nawiewników higrosterowalnych
4	modernizacja systemu grzewczego	montaż gruntowej pompy ciepła, wymiana instalacji c.o., montaż instalacji fotowoltaicznej
5		
6		

## 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz stykających się z gruntem
	jw. lecz przez stropodach	Ocieplenie stropodachu
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników higrosterowalnych
II	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej	Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, montaż instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej. Sprężarkowa pompa ciepła zasilana także z instalacji fotowoltaicznej w systemie on grid.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przesiewięzienia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}^{**}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3655	3655	dzień·K·a
	dla podłogi na gruncie/strop nad piwnicą	2193	2193	
$O_{0m}, O_{1m}$		0	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		71,33	122,22	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$		0	0	zł/m-c

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Płocka

\*\*temperatury wewn. dla pomieszczeń w zależności od przeznaczenia 16  $^{\circ}\text{C}$  - piwnica, 20  $^{\circ}\text{C}$  - biura  
Cena oleju opałowego 2,71 zł/litr netto przy wartości opałowej 40,19 GJ/t

	Cena jednostkowa usprawnienia brutto z robotami towarzyszącymi	1	2	3
1	Ściany zewnętrzne - nadziemne zł/m <sup>2</sup>	221	234	246
2	Ściany z gruntem - piwnic zł/m <sup>2</sup>	308	320	332
3	Stropodach zł/m <sup>2</sup>	258	271	283
4	Podłoga na gruncie zł/m <sup>2</sup>	185	197	209
6	Okna i drzwi zł/m <sup>2</sup>	554	677	923
7	Nawiewniki zł/szt	123	123	123

7.2.1.a Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne gr. 40cm		
<b>Dane:</b>		powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> =	408 m <sup>2</sup>		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>kosz</sub></b> =	449 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany materiałem termoizolacyjnym w systemie ETICS o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK . wraz z naprawą obróbek blacharskich.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 18 cm						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 20 cm						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 22 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> /KW		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> /KW	0,68	5,18	5,68	6,18
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	189,7	24,9	22,7	20,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,024	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{nu} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		11 755	11 912	12 040
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		221	234	246
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		99 483	105 010	110 537
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{nu}$	lata		8,46	8,82	9,18
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	1,47	0,19	0,18	0,16
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt brutto :</b>	99 483 zł	<b>SPBT=</b>	8,5 lat	

7.2.1.b Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne gr. 50cm		
<b>Dane:</b>		powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> =	351 m <sup>2</sup>		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>kosz</sub></b> =	386 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany materiałem termoizolacyjnym w systemie ETICS o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK . wraz z naprawą obróbek blacharskich.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 18 cm wariant 2: o grubości warstwy izolacji 20 cm wariant 3: o grubości warstwy izolacji 22 cm						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,81	5,31	5,81	6,31
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	136,9	20,9	19,1	17,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,017	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	$\Delta O_{ru}$ zł/a		8 274	8 402	8 509
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		221	234	246
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		85 536	90 288	95 040
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		10,34	10,75	11,17
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,23	0,19	0,17	0,16
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt brutto:</b>	85 536 zł	<b>SPBT=</b>	10,3 lat	



7.2.1.c Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	446 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	446 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wg projektu - materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,666 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan Istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,24	0,26	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		5,33	5,78	6,22
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,43	6,76	7,21	7,65
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	98,6	20,8	19,5	18,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,012	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		5 549	5 642	5 720
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		258	271	283
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		115 176	120 661	126 145
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		20,8	21,4	22,1
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	0,70	0,15	0,14	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
Wybrany wariant : 1		Koszt brutto : 115 176 zł		SPBT= 20,8 lat		

7.2.1.d Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany piwnicy		
<b>Dane:</b>				powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	111 m <sup>2</sup>
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawni	A <sub>kosz</sub> =	135 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ścian stykających się z gruntem wg projektu - płyty XPS o współczynniku przew. ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 5,000 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math></p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,17	0,19	0,21
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		4,47	5,00	5,53
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,56	5,03	5,56	6,09
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	37,7	4,2	3,8	3,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,008	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		2 389	2 418	2 439
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		308	320	332
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		41 418	43 075	44 731
9	SPBT = N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		17,3	17,8	18,3
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,79	0,20	0,18	0,16
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt</b>	<b>41 418 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>17,3</b>	<b>lat</b>

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie			
				Wymiana okien			
Dane: powierzchnia okien				$A_{ok} = 199 \text{ m}^2$			
				$V_{nom} = \Psi = 1520 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_{obl} = \Psi * C_m$		
				$C_w = 1,0$			
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>							
Usprawnienie obejmuje wymianę okien w mieszkaniach, o współczynnikach U:							
wariant 1: okna		$U = 1,00$	$a < 0,3$ z opcją rozszczelnienia				
wariant 2:		$U = 0,90$	$a < 0,3$ z opcją rozszczelnienia				
wariant 2:		$U = 0,70$	$a < 0,3$ z opcją rozszczelnienia				
<b>Rozpatrujemy tylko 1 wariant</b>							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan Istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m <sup>2</sup> K	1,50	1,00	0,90	0,70	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,1	1,00	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,2	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	94,1	62,7	56,4	43,9	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	179,7	163,3	163,3	163,3	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	273,8	226,0	219,7	207,2	
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0119	0,0079	0,0071	0,0056	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0248	0,0207	0,0207	0,0207	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0367	0,0286	0,0278	0,0263	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		3 409	3 859	4 750	
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		109 924	134 351	183 206	
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		5 110,2	5 110,2	5 110,2	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		33,7	36,1	39,6	
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>							
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien (okno+montaż) w zł/m <sup>2</sup> wg otrzymanej oferty cenowej.							
Koszt modernizacji:							
wariant 1: wymiana	199 m2 okien*	554 zł/m <sup>2</sup>	=	109 924 zł			
wariant 2 : wymiana	199 m2 okien*	677 zł/m <sup>2</sup>	=	134 351 zł			
wariant 3 : wymiana	199 m2 okien*	923 zł/m <sup>2</sup>	=	183 206 zł			
montaż nawiewników	42 szt *	123 zł/szt	=	5 110 zł			
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt brutto :</b>	115 034 zł	<b>SPBT=</b>	33,7	lat	

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

Dane:  $Q_{ocw} = 14,58 \text{ GJ}$        $q_{ocw} = 0,0045 \text{ MW}$

**Opis:** Ciepła woda przygotowywana jest w elektrycznych podgrzewaczach zbiornikowych. Z uwagi na relatywnie niskie zapotrzebowanie na c.w.u. i wynikające z tego niewielkie roczne oszczędności kosztów gdyby podgrzew realizowany był częściowo z wykorzystaniem pompy ciepła, nie przewiduje się zmian w zakresie c.w.u.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan rozpatrywany
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	14,58	-
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0045	-
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	1 782	-
	Oszczędność	zł/a		-
4.	Koszt modernizacji	zł		-
5.	SPBT	lata		-

Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$

<b>KOSZT brutto</b>	- zł	<b>SPBT</b>	- lat
---------------------	------	-------------	-------

Usprawnienie odrzucone

<b>7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót brutto, zł</b>	<b>SPBT lata</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Ocieplenie ścian gr. 40 cm	99 483	8,5
2	Ocieplenie ścian gr. 50 cm	85 536	10,3
3	Ocieplenie ścian piwnic	41 418	17,3
4	Ocieplenie stropodachu	115 176	20,8
5	Wymiana okien	115 034	33,7

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

Dane:  $Q_{0co} = 657,38$  GJ/a       $w_{t0} = 0,85$        $w_{d0} = 0,9$        $\eta_0 = 0,72$

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

Wariant 1: Budowa kotłowni na biomasę z pełną automatyką pogodową, modernizację instalacji grzewczej, montaż nowych zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 2: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż nowych zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 3: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż nowych zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Sprężarkowa pompa ciepła zasilana z instalacji PV w systemie on grid (do analizy przyjęto 44 panele x 300 Wp = 13,2 kWp co odpowiada około 11400 kWh/a).

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed	wariant I	wariant II	wariant III
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	0,70	3,50	$\eta_w = 3,50$
2	akumulacja ciepła	$\eta_a = 1,00$	1,00	0,95	$\eta_a = 0,95$
3	przesył ciepła	$\eta_p = 0,90$	0,96	0,96	$\eta_p = 0,96$
4	regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,88$	0,93	0,93	$\eta_e = 0,93$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant I	wariant II	wariant III
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,72	0,63	2,97	2,97
2	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	-	0,85	0,85	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	-	0,90	0,90	0,90	0,90
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. i wentylacji z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	GJ/a	697,50	804,63	169,38	169,38
		kWh/a	193 749,3	223 509,2	47 050,6	47 050,6
5	Ilość energii elektrycznej wyprodukowanej z systemu PV (13,2 kWp)	kWh/a	-	-	-	11 400,0
		kWh / (X-IV)	-	-	-	4 289,0
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (przyjęto brak odsprzedaży energii z PV)	zł	49 751 zł	40 232 zł	20 702 zł	18 815 zł
7	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$	zł/a		9 519 zł	29 048 zł	30 935 zł
8	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		289 859 zł	585 634 zł	683 050 zł
9	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$ (PV z dotacją 30%)	zł		289 859 zł	585 634 zł	653 825 zł
10	SPBT	lata		30,5	20,2	22,1 brak dotacji
11	SPBT	lata		30,5	20,2	21,1 z dotacją

Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie (z VAT)

Wybrany wariant - wariant nr III

683 050 zł

Uzasadnienie: Wariant nr III ma niewiele gorszy wskaźnik SPBT w stosunku do wariantu nr II, natomiast charakteryzuje się możliwością pozyskiwania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w całym roku.

Dokonując bilansu w ujęciu całorocznym (możliwość konsumpcji wyprodukowanej energii poza sezonem grzewczym) wariant III osiągnie minimalną wartość SPBT równą 19,2

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3

- ściany gr 40cm - docieplenie ścian
- ściany gr 50cm - docieplenie ścian
- ściany piwnic - docieplenie ścian piwnic
- stropodach - docieplenie stropodachu
- okna - wymiana okien
- instalacja c.o. - wymiana wraz z wymianą źródła ciepła

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
Ściany gr. 40 cm	X	X	X	X	X	
Ściany gr. 50 cm	X	X	X	X		
Ściany piwnic	X	X	X			
Stropodach	X	X				
Okna	X					
Instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X

**7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{OCO} / \eta + Q_{OCW}$$

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_0 = q_{OCO} + q_{OCW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + Q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

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

Nr. war.	$Q_{OCO}$	$q_{OCO}$	$\eta_0, W_{d0}$	$Q_{OCW}$	$q_{OCW}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{or}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{OCO}$	$q_{OCO}$	$\eta_1, W_{d1}$	$Q_{1CW}$	$q_{OCW}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{1r}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	657,38	94,10	0,72 0,77	15,0	4,5	712,50	98,60	50 821		
1	236,85	45,08	2,97 0,77	15,0	4,5	76,41	49,58	9 338	41 482	1 139 697
2	267,61	49,30		15,0	4,5	84,38	53,80	10 313	40 507	1 024 663
3	358,69	57,40		15,0	4,5	107,99	61,90	13 199	37 621	909 487
4	359,05	59,04		15,0	4,5	108,09	63,54	13 211	37 610	868 069
5	483,74	73,69		15,0	4,5	140,41	78,19	17 162	33 659	782 533
6	657,38	94,10		15,0	4,5	185,43	98,60	22 664	28 157	683 050



## 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [[ $(Q_0 - Q_1) / Q_0$ ]*100%] %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]		16% nakładów zł/mies	20% kwoty kredytu zł/mies	2 krotność rocznych oszczędności kosztów energii zł/mies
					0 0%	100%			
1	2	3	4	5	6		7	7	7
1	wszystkie usprawnienia w tym okna	1 139 697	41 482	89,4	0 0%	1 139 697 100%	182 351,50 zł	227 939,38 zł	82 964,27 zł
2	ściany 40cm ściany 50cm ściany piwnic stropodach instalacja c.o.	1 024 663	40 507	88,3	0 0%	1 024 663 100%	163 946,07 zł	204 932,59 zł	81 014,87 zł
3	ściany 40cm ściany 50cm ściany piwnic instalacja c.o.	909 487	37 621	85,0	0 0%	909 487 100%	145 517,92 zł	181 897,39 zł	75 242,72 zł
4	ściany 40cm ściany 50cm instalacja c.o.	868 069	37 610	85,0	0 0%	868 069 100%	138 891,05 zł	173 613,82 zł	75 219,91 zł
5	ściany 40cm instalacja c.o.	782 533	33 659	80,4	0 0%	782 533 100%	125 205,30 zł	156 506,63 zł	67 317,74 zł
6	instalacja c.o.	683 050	28 157	74,1	0 0%	683 050 100%	109 287,97 zł	136 609,96 zł	56 313,40 zł

WBOR 3M+1%

r= 7,5%

q= 1+ r/12= 1,00625

m= 120 miesięcy

$$A = 0,75 * S * q^m * (q-1) / (q^m - 1) = 0,00890 * S$$

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- wymianę okien
- docieplenie ścian
- docieplenie stropodachu
- wymianę instalacji i źródła c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie,                    89,42 %                    89 % tj pow.15%
2. środki własne inwestora wyniosą                    - zł , co spełnia oczekiwania 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	Docieplenie ścian 40 cm	Do wykonania	wg projektu	Koszt	99 483,34 zł	Pow. łączna m2	449
2	Docieplenie ścian 50 cm	Do wykonania	wg projektu	Koszt	85 535,95 zł	Pow. łączna m2	386
3	Docieplenie ścian piwnic	Do wykonania	wg projektu	Koszt	41 417,88 zł	Pow. łączna m2	135
4	Docieplenie stropodachu	Do wykonania	wg projektu	Koszt	115 175,97 zł	Pow. łączna m2	446
5	Wymiana okien	Do wykonania	wg projektu	Koszt	115 033,94 zł	Pow. łączna m2	199
6	Wymiana instalacji i źródła c.o.	Do wykonania	wg projektu	Koszt	683 049,80 zł	Całkowite przedsięwzięcie	

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	1 139 697 zł	(tylko prac przynoszących efekt ekologiczny)
	86 100 zł	(pozostałych niezbędnych prac)
	1 225 797 zł	(łącznie)
Udział środków własnych inwestora:	- zł	
Kredyt	1 139 697 zł	
Przewidywana premia termomodernizacyjna*:	82 964 zł	(tylko przy finansowaniu z ustawy termomorniz)

\*Nie dotyczy w przypadku finansowania z innych źródeł

### 8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- 1.1 Opracowanie dokumentacji zgodnie z prawem budowlanym
- 1.2 Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
- 2.1 Przeprowadzenie wymaganych czynności zgodnie z procedurami zamówień publicznych
- 2.2 Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- 2.3 Realizacja robót i odbiór techniczny
- 2.4 Rozliczenie kredytu
- 2.5 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

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

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> *K	R m <sup>2</sup> *K/W	U <sub>k</sub> W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewewnętrzne gr. 40	- tynk cem.-wap.	0,010	0,820	0,01	
		- mur z cegły pełnej	0,380	0,770	0,49	
		- tynk cem.- wap.	0,010	0,820	0,01	
		$R_i+R_e$			0,17	
					<b>0,68</b>	<b>U<sub>k</sub> = 1,47</b>
2	ściany zewewnętrzne gr. 50	- tynk cem.-wap.	0,010	0,820	0,01	
		- mur z cegły pełnej	0,480	0,770	0,62	
		- tynk cem.- wap.	0,010	0,820	0,01	
		$R_i+R_e$			0,17	
					<b>0,81</b>	<b>U<sub>k</sub> = 1,23</b>
3	ściany zewewnętrzne gr. 40 styk z gruntem	- tynk cem.-wap.	0,010	0,820	0,01	
		- mur z cegły pełnej	0,380	0,770	0,49	
		- papa	0,010	0,180	0,06	
		- równ. opór gruntu			1,03	
					<b>1,59</b>	<b>U<sub>k</sub> = 0,63</b>
4	stropodach	papa	0,005	0,180	0,03	
		beton	0,050	1,000	0,05	
		warstwa powietrza			0,16	
		wełna mineralna	0,050	0,052	0,96	
		żelbet	0,150	1,700	0,09	
		$R_i+R_e$			0,14	
					<b>1,43</b>	<b>U = 0,7</b>
5	podłoga na gruncie parter przegroda bez zmian	terakota	0,010	1,050	0,01	
		beton	0,050	1,000	0,05	
		gruzobeton	0,150	1,000	0,15	
		- równ. opór gruntu			1,94	
					<b>2,15</b>	<b>U = 0,47</b>
6	podłoga na gruncie pwnica przegroda bez zmian	terakota	0,010	1,050	0,01	
		beton	0,080	1,000	0,08	
		gruzobeton	0,100	1,000	0,10	
		- równ. opór gruntu			2,00	
					<b>2,19</b>	

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m <sup>3</sup> /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5
1	piwnice	7	60	60
2	biura parter	25	710	710
3	biura I piętro	13	750	750
<b>Razem pomieszczenia</b>				<b>1520</b>
3	pomieszczenia inne	0	-	0
4	inne	0	-	0
5	klatki schodowe	0	-	0
<b>Ogółem</b>			<b><math>\Psi =</math></b>	<b>1520</b>

## Załącznik 3

**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po modernizacji**

<b>1. Sprawność wytwarzania</b>			
przed term.			po
$\eta_w = 0,91$			3,50
<b>2. Sprawność akumulacji</b>			
$\eta_a = 1,00$			0,95
<b>3. Sprawność przesyłu</b>			
$\eta_p = 0,90$			0,96
<b>4. Sprawność regulacji i wykorzystania</b>			
$\eta_e = 0,88$			0,93
<b>5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia</b>			
$w_t = 0,85$			0,85
<b>6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby</b>			
$w_d = 0,90$			0,90

## Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Liczba użytkowników	OS =	50 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} =$	0,004 m <sup>3</sup> /d/os
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS \cdot V_{OS} =$	0,18 m <sup>3</sup> /d
4	Wartość współczynnika korekcyjnego ze względu na przerwy	$V_{wl} =$	0,35 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
5	Powierzchnia ogrzewana	$A_r =$	728,13 m <sup>2</sup>
6	Współczynnik redukcyjny	$k_R =$	0,70 -
7	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 10 =$	0,02 m <sup>3</sup> /h
8	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. (bez uwzględnienia sprawności)		12,27 GJ/rok
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. (z uwzględnieniem sprawności)		14,58 GJ/rok
10	Zapotrzebowanie netto na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody		0,19 GJ/m <sup>3</sup>
11	Zapotrzebowanie brutto na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody		0,22 GJ/m <sup>3</sup>
			grzałka w zasobniku
	udział		0%      100%
12	sprawność wytwarzania $\eta_{wg}$		0,99
13	sprawność przesyłu $\eta_{wd}$		1,00
14	sprawność akumulacji $\eta_{ws} =$		0,85
15	sprawność wykorzystania $\eta_{we} =$		1,00
16	współczynnik jednoczesności		3,588
17	współczynnik korekcyjny w zal. od temp. wody kt dla 55°C		1,000
18	Max. moc cieplna (bez uwzględnienia sprawności)		3,755 kW
19	Max. moc cieplna (z uwzględnieniem sprawności)		4,462 kW
20	Roczne zużycie cwu		65,1 m <sup>3</sup>
21	Koszt przygotowania cwu		1 782 zł
22	Koszt wody zimnej	$V_{cw} \cdot 4,5 =$	293 zł
23	Sumaryczny koszt roczny cwu		2 075 zł
24	Średni koszt 1 m <sup>3</sup> cwu		31,86 zł/m <sup>3</sup>



## Załącznik nr 5

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie  
wykonane przy pomocy programu Audytor 6.6 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie		
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a	ciepła kWh/rok
1	45,08	236,85	65 792
2	49,30	267,61	74 336
3	57,40	358,69	99 636
4	59,04	359,05	99 736
5	73,69	483,74	134 372
6	jak stan istniejący	jak stan istniejący	jak stan istniejący
stan istniejący	94,10	657,38	182 606

# AUDYT ENERGETYCZNY budynku użyteczności publicznej


dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do finansowania z funduszy termomodernizacji

Adres budynku	ulica: Rogotwórska 4, działka nr ewid. 78/2 kod: 09-210 miejscowość: Drobin powiat: płocki województwo: mazowieckie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : mgr inż. Maciej S. MAJAK tytuł zawodowy : mgr inż. LOD/1878/POOS/12 LOD/0586/OWOS/06 nr wpisu do rejestru MliR: 340
Sprawdził	imię i nazwisko : Dariusz Heim tytuł zawodowy : dr hab. inż. autoryzacja KAPE 0074



Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.  
02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25  
NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl

Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.  
02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25  
NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl  
Dariusz Heim  
dr hab. inż.  
autoryzacja KAPE 0074

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	budynek z salą gimnastyczną	1.2. Rok ukończenia budowy
			1964
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Miasto i Gmina Drobin ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 Drobin tel. fax.	1.4. ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 powiat płocki woj. mazowieckie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
 <b>Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.</b> 02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25 NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
Maciej Majak PESEL 79061507713 91-739 Łódź ul. Brzeska 21/24 LOD/1878/POOS/12; LOD/0586/OWOS/06; nr wpisu do rejestru MIIR: 340			
4. Współautorzy audytu: Imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	dr hab. inż. Dariusz Heim	sprawdzający	KAPE 0074
5.	Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania
			luty 2016
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		

<b>2. Karta audytu energetycznego budynku *)</b>			
<b>Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Konstrukcja/technologia budynku	konstrukcja murowana	konstrukcja murowana
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 425	1 425
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	270	270
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	270	270
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	zasobnik z wężownicą i grzałką elektryczną	zasobnik z wężownicą i grzałką elektryczną
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie olejowe z kotłowni kontenerowej	gruntowa pompa ciepła zasilana systemem PV
11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,67	0,67
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	1,32	0,17
	Ściany zewnętrzne	-	-
2.	Dach / stropodach	1,16	0,15
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Ocieplona podłoga na gruncie w Sali - bez zmian	0,63	0,63
5.	Podłoga na gruncie w pozostałych pomieszczeniach	2,34	0,29
6.	Okna, drzwi balkonowe	1,80	1,00
7.	Drzwi zewnętrzne/ bramy	1,80	1,30
8.	Inne		
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	3,50
2.	Sprawność akumulacji	1,00	0,93
3.	Sprawność przesyłu	0,86	0,86
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,93
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,89	0,89
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,90	2,09
2.	Sprawność przesyłu	0,78	0,78
3.	Sprawność akumulacji	0,80	0,85
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna; mechaniczna w strefie sali
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna / kanały wentylacyjne	okna / kanały wentylacyjne; czepnie / wyrzutnie
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	1 325	1 325
4.	Krotność wymian powietrza [wym/h]	1,44	1,44

<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	51,39	20,56
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	14,28	7,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	385,46	102,11
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	441,40	31,95
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	54,12	29,08
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	551,0	-
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 uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	396,84	105,13
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	454,44	32,90
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	76,18%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku **) [zł/GJ]	71,33	122,22
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	30,31	22,28
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc****) [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m-c]	9,72	0,87
6.	Sumaryczna opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł/kWh]	0,44	0,44
7.	Sumaryczna opłata za 1 GJ energii elektrycznej [zł/GJ]	122,22	122,22
8.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ z biomasy]	50,00	
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	661 395	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	87,9
Planowane koszty całkowite [zł]	722 895	Premia termomodernizacyjna [zł]	55 799
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	27 900		
*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			
**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii			
***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

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

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

- inwentaryzacja budowlana

**3.2. Inne dokumenty**

- dokumentacja fotograficzna

**3.3. Osoby udzielające informacji**

- użytkownik / zarządca obiektu

**3.4. Data wizji lokalnej**

- styczeń 2016 r.

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

- ograniczenie strat ciepła przez przegrody - docieplenie ścian
- ograniczenie zużycia nośników ciepła
- montaż instalacji fotowoltaicznej

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy 0 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

## 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Identyfikator budynku</b>			
<b>Własność</b>	Urząd Miasta i Gminy Drobin		
<b>Przeznaczenie budynku</b>	szkolnictwo		
<b>Osiedle</b>			
<b>Adres</b>	Rogotwórska 4; Drobin		
<b>Budynek</b>	wolnostojący		

<b>Rok budowy</b>	około 1964	<b>Rok zasiedlenia</b>	1964		
<b>Technologia budynku</b>	konstrukcja murowana				
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	318	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	1 425	12	Liczba kondygnacji	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	1 425	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,65
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	270	14	Liczba użytkowników	40
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schod. [m <sup>2</sup> ]	0	15	Liczba mieszkań	-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	0	16	Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	8
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] podać przeznaczenie pom.	0	17	Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	0	18	Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	1
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	270	19	Liczba pomieszczeń z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	nie	20	Liczba pomieszczeń z WC osobno	2

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

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





**4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku**

Budynek jednokondygnacyjny o konstrukcji murowanej. Ściany zewnętrzne z cegły pełnej, grubość 45 cm.

Podłoga na gruncie w sali gimnastycznej - wymieniona w 2008 r. - nie wymaga docieplenia. Podłoga na gruncie w pozostałych pomieszczeniach - deski na legarach - wymaga docieplenia.

Stropodach o konstrukcji drewnianej, kryty papą na deskowaniu w złym stanie technicznym. Stropodach należy wzmocnić i docieplić. Proponuje się wymianę pokrycia dachu na płyty warstwowe z rdzeniem z wełny mineralnej.

Istniejąca stolarka okienna wymieniona w 2006 r. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla istniejących okien ocenia się na poziomie  $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Należy wymienić okna na nowe.

Dla drzwi wejściowych wartość współczynnika ocenia się na poziomie  $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

L.p.	Opis	Pow. całk. $\text{m}^2$	Pow. do dociepl. $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła $\text{m}^2$	$U_K$ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Pow. okien $\text{m}^2$	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Pow. okien $\text{m}^2$	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
1	Ściany zewnętrzne	329	320	282	1,32	45	1,80	0,00	-	3	1,80
2	Stropodach	320	336	320	1,16	0	-	0,00	-	0	-
3	Podłoga nieocieplona	144	115	144	2,34	0	-	0,00	-	0	-
4	Podłoga ocieplona w sali - bez zmian	155	0	155	0,63	0	-	0,00	-	0	-

**4.d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	51,39
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	385,46
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	75,16
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	545,21
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0
	cena nośnika energii cieplnej	zł/GJ	71,33
	opłata abonamentowa i sieciowa miesięcznie	zł	0

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni kontenerowej opalanej olejem opałowym.
2.	Parametry pracy instalacji wewn.	70/55
3.	Przewody w instalacji	nieizolowane
4.	Rodzaje grzejników	płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	nie wszędzie
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,94$ $\eta_a = 1,00$ $\eta_p = 0,86$ $\eta_e = 0,88$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	6/12
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	tak

**4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest w zasobniku zasilanym w sezonie grzewczym węzownią z kotła na paliwo olejowe zlokalizowanego z kotłowni kontenerowej oraz zasilanym grzałką elektryczną poza sezonem grzewczym.
2.	Piony i ich izolacja	brak izolacji
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. obliczeń	13,29

**4.g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	1 325

**4.h. Charakterystyka źródła ciepła**

Źródło ciepła stanowi lokalna kotłownia kontenerowa, z której jeden z obiegów poprowadzony jest do analizowanego budynku sali gimnastycznej. W kotłowni zainstalowano kocioł Buderus G-305 o mocy 130 kW.

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający za wyjątkiem konstrukcji i poszycia dachowego. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych.

### 5.2. System grzewczy

Ogrzewanie grzejnikowe zasilane z lokalnej kotłowni olejowej wybudowanej w roku 1997. System grzewczy należy zmodernizować - zaizolować przewody, wymienić armaturę regulacyjną oraz zweryfikować istniejące moce grzejników pod kątem nowego zapotrzebowania na ciepło i nowych parametrów grzewczych.

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana jest w zasobniku zasilanym w sezonie grzewczym węzownią z kotła na paliwo olejowe zlokalizowanego z kotłowni kontenerowej oraz zasilanym grzałką elektryczną poza sezonem grzewczym. Zasobnik w niezadowalającym stanie technicznym. Przewody rozprowadzające nieizolowane.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/m^2K</math>]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne <math>U = 1,32</math></li> <li>- stropodach <math>U = 1,16</math></li> <li>- podłoga na gruncie w sali <math>U_k = 0,63</math></li> <li>- podłoga na gruncie w pozostałych pom. <math>U_k = 2,34</math></li> </ul>	<p>należy dociepić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>' <math>R \geq 5,0</math></li> <li>' <math>R \geq 6,7</math></li> <li>' <math>R \geq 3,3</math>; przegroda bez zmian</li> <li>' <math>R \geq 3,3</math></li> </ul>
2	<p><b>Okna</b> <math>U = 1,80</math></p> <p><b>Drzwi zewnętrzne i wrota</b> <math>U = 1,80</math></p>	<p><math>U_{max} = 1,1</math></p> <p><math>U_{max} = 1,3</math></p>
3	<p><b>Wentylacja</b> grawitacyjna</p>	<p>W pomieszczeniu z salą gimnastyczną należy zastosować wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.</p>
4	<p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> Zasobnik (z węzownią i grzałką elektryczną) o znacznym stopniu zużycia.</p>	<p>Zasilanie z gruntowej pompy ciepła. Montaż nowego zasobnika, zaizolowanie rur.</p>
5	<p><b>System grzewczy</b> ogrzewanie grzejnikowe zasilane z lokalnej olejowej kotłowni kontenerowej.</p>	<p>Przewiduje się montaż systemu c.o. z gruntową pompą ciepła zasilaną energią elektryczną, w tym energią z paneli fotowoltaicznych.</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	docieplenie metodą ETICS
2	j.w. przez stropodach	docieplenie wełną mineralną - zmiana poszycia
3	zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien. Montaż nawiewników higrosterowalnych w pomieszczeniach poza salą gimnastyczną. W sali gimnastycznej montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Max strumień powietrza wentylacyjnego w sali 2000 m <sup>3</sup> /h. Przyjęto udział czasu pracy wentylatorów 43%.
4	modernizacja systemu grzewczego	montaż gruntowej pompy ciepła, wymiana instalacji c.o., montaż instalacji fotowoltaicznej
5	modernizacja systemu cwu	wykorzystanie gruntowej pompy ciepła do podgrzewu c.w.u., wymiana instalacji c.w.u.
6		

## 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	jw. lecz przez stropodach	Ocieplenie stropodachu
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien. Montaż nawiewników higrosterowalnych w pomieszczeniach poza salą gimnastyczną. W sali gimnastycznej montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.
II	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej	Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej. Montaż nowej instalacji c.w.u. Sprężarkowa pompa ciepła zasilana także z instalacji fotowoltaicznej w systemie on grid.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}^{**}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3655	3655	dzień K'a
	dla podłogi na gruncie/strop nad piwnicą	2193	2193	
$O_{0m}, O_{1m}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z}$		71,33	122,22	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$		0	0	zł/m-c

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Płocka

\*\*temperatury wewn. dla pomieszczeń w zależności od przeznaczenia 16  $^{\circ}\text{C}$  - sala, 20  $^{\circ}\text{C}$  - pozostałe  
Cena oleju opałowego 2,71 zł/litr netto przy wartości opałowej 40,19 GJ/t

Cena jednostkowa usprawnienia brutto z robotami towarzyszącymi		1	2	3
1	Ściany zewnętrzne - podłużne zł/m <sup>2</sup>	209	221	234
2	Ściany zewnętrzne - szczytowe zł/m <sup>2</sup>	209	221	234
3	Stropodach zł/m <sup>2</sup>	308	326	344
4	Podłoga na gruncie zł/m <sup>2</sup>	185	197	209
6	Okna i drzwi zł/m <sup>2</sup>	554	677	923
7	Nawiewniki zł/szt	123	123	123

7.2.1.a Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
<p><b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat <b>A = 282 m<sup>2</sup></b>  powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <b>A<sub>kosz</sub> = 320 m<sup>2</sup></b></p>						
<p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Przewiduje się ocieplenie ściany materiałem termoizolacyjnym w systemie ETICS o wsp. przewodzenia ciepła <math>\lambda = 0,040 \text{ W/mK}</math>. wraz z odtworzeniem obróbek blacharskich.</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji 20 cm  wariant 2: o grubości warstwy izolacji 22 cm  wariant 3: o grubości warstwy izolacji 24 cm</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		5,00	5,50	6,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,76	5,76	6,26	6,76
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	117,4	15,4	14,2	13,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,015	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		7 275	7 361	7 432
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		209	221	234
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		66 962	70 901	74 840
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		9,20	9,63	10,07
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,32	0,17	0,16	0,15
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe</p>						
Wybrany wariant: 1		Koszt brutto : 66 962 zł		SPBT= 9,2 lat		

7.2.1.b Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b>	=	320 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>kosz</sub></b>	=	336 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wg projektu - wełna mineralna w postaci płyt o współczynniku przewodności $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,666 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariancie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4cm większej niż w wariancie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,27	0,29	0,31
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> /KW		6,00	6,44	6,89
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> /KW	0,86	6,86	7,30	7,75
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	117,5	14,7	13,8	13,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,015	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		7 332	7 397	7 454
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		308	326	344
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		103 380	109 582	115 785
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		14,1	14,8	15,5
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	1,16	0,15	0,14	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt brutto :</b>	103 380 zł	<b>SPBT=</b>	14,1 lat	



7.2.1.c Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Podłoga na gruncie w pomieszczeniach poza salą		
<b>Dane:</b>		powierzchnia przełoga do obliczania strat	<b>A</b> =	144 m <sup>2</sup>		
		powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawni	<b>A<sub>kosz</sub></b> =	115 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie podłogi wg projektu - płyty materiału izolacyjnego o współczynniku przew. ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 3,333 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math></p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1</p>						
Lp.	Opis	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 $\Delta R$	m <sup>2</sup> /KW		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> /KW	0,43	3,43	3,93	4,43
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	63,4	8,0	6,9	6,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,013	0,002	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		3 952	4 030	4 080
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		185	197	209
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		21 272	22 690	24 108
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		5,4	5,6	5,9
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	2,32	0,29	0,25	0,23
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt</b>	21 272 zł	<b>SPBT=</b>	5,4	<b>lat</b>

7.2.2.a Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 45 \text{ m}^2</math>  <math>V_{nom} = \Psi = 230 \text{ m}^3/\text{h}</math>  <math>C_w = 1,0</math>  <math>V_{obl} = \Psi * C_m</math></p> <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien w mieszkaniach, o współczynnikach U:</p> <p>wariant 1: okna <math>U = 1,00</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia  wariant 2: okna <math>U = 0,90</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia  wariant 2: okna <math>U = 0,70</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	1,80	1,00	0,90	0,70
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,1	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,2	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	25,6	14,2	12,8	10,0
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	27,2	24,7	24,7	24,7
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	52,8	38,9	37,5	34,7
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0032	0,0018	0,0016	0,0013
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0038	0,0031	0,0031	0,0031
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0070	0,0049	0,0047	0,0044
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		991	1 091	1 291
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		24 919	30 456	41 531,0
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		738	738	738,0
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,9	28,6	32,7
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien (okno+montaż) w zł/m <sup>2</sup> wg otrzymanej oferty cenowej.						
Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana	45 m2 okien*	554 zł/m <sup>2</sup> =		24 919 zł		
wariant 2 : wymiana	45 m2 okien*	677 zł/m <sup>2</sup> =		30 456 zł		
wariant 3 : wymiana	45 m2 okien*	923 zł/m <sup>2</sup> =		41 531 zł		
montaż nawiewników	6 szt *	123 zł/szt =		738 zł		
<b>Wybrany wariant : 1</b>	<b>Koszt brutto :</b>	<b>25 657 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>25,9 lat</b>		

7.2.2.b Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji		Przedsięwzięcie								
		Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła w sali								
Dane: $Q_{\text{went}} = 98,20 \text{ GJ}$ $q_{\text{went}} = 0,0134 \text{ MW}$										
<p><b>Opis:</b> W stanie istniejącym cały budynek wentylowany jest grawitacyjnie. Łączny strumień powietrza wentylacyjnego w sali i pozostałych pomieszczeniach wyznaczono w załączniku 2. W ramach modernizacji w pomieszczeniu sali planuje się zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.</p> <p>Proponuje się zastosowanie indywidualnych aparatów z czepnio-wyrzutniami, bez kanałów.</p>										
Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji						
1.	Zapotrzebowanie ciepła na wentylację	GJ/a	98,20	56,4						
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0134	0,0057						
3.	Koszt w ujęciu rocznym	zł/a	7 004	4 023						
	Oszczędność	zł/a		2 981						
4.	Koszt modernizacji	zł		51 500						
5.	SPBT	lata		17,3						
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_{cu}</math></b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła</td> <td style="text-align: right;">45 000 zł</td> </tr> <tr> <td>Roboty towarzyszące</td> <td style="text-align: right;">6 500 zł</td> </tr> <tr> <td><b>Razem</b></td> <td style="text-align: right;"><b>51 500 zł</b></td> </tr> </table>					Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła	45 000 zł	Roboty towarzyszące	6 500 zł	<b>Razem</b>	<b>51 500 zł</b>
Montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła	45 000 zł									
Roboty towarzyszące	6 500 zł									
<b>Razem</b>	<b>51 500 zł</b>									
<b>KOSZT brutto</b>		51 500 zł	<b>SPBT</b>	17,3 lat						

**7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**Dane:  $Q_{ocw} = 54,12 \text{ GJ}$        $q_{ocw} = 0,0143 \text{ MW}$ 

Opis: Ciepła woda przygotowywana jest w zasobniku zasilanym w sezonie grzewczym węzownią z kotła na paliwo olejowe zlokalizowanego z kotłowni kontenerowej oraz zasilanym grzałką elektryczną poza sezonem grzewczym.

Planuje się podgrzew ciepłej wody z pompy ciepła zainstalowanej w celach grzewczych. Dogrzew do wymaganej temperatury - grzałką elektryczną.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	54,12	29,1
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0143	0,0077
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	4 836	3 554
	Oszczędność	zł/a		1 282
4.	Koszt modernizacji	zł		23 370
5.	SPBT	lata		18,2

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$** 

Montaż nowego zasobnika	12 300 zł
Roboty towarzyszące	11 070 zł
Razem	23 370 zł

<b>KOSZT brutto</b>	23 370 zł	<b>SPBT</b>	18,2 lat
---------------------	-----------	-------------	----------

<b>7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót brutto, zł</b>	<b>SPBT lata</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Ocieplenie podłogi na gruncie	21 272	5,4
2	Ocieplenie ścian	66 962	9,2
3	Ocieplenie stropodachu	103 380	14,1
4	Modernizacja wentylacji	51 500	17,3
5	Modernizacja instalacji c.w.u.	23 370	18,2
6	Wymiana okien	25 657	25,9

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

Dane:  $Q_{oco} = 385,46$  GJ/a       $w_{to} = 0,89$        $w_{do} = 0,91$        $\eta_0 = 0,71$

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

Wariant 1: Budowa kotłowni na biomasę z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 2: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 3: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, modernizacja instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej. Sprężarkowa pompa ciepła zasilana z instalacji PV w systemie on grid (do analizy przyjęto 25 paneli x 300 Wp = 7,5 kWp co odpowiada około 6490 kWh/a).

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed	wariant I	wariant II	wariant III
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,94$	0,70	3,50	$\eta_w = 3,50$
2	akumulacja ciepła	$\eta_a = 1,00$	1,00	0,93	$\eta_a = 0,93$
3	przesył ciepła	$\eta_p = 0,86$	0,86	0,86	$\eta_p = 0,86$
4	regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,88$	0,93	0,93	$\eta_e = 0,93$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	wariant I	wariant II	wariant III
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,71	0,56	2,59	2,59
2	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	-	0,89	0,89	0,89	0,89
3	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	-	0,91	0,91	0,91	0,91
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. i wentylacji z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	GJ/a	441,56	560,47	120,63	120,63
		kWh/a	122 656,0	155 687,2	33 507,6	33 507,6
5	Ilość energii elektrycznej wyprodukowanej z systemu PV (7,5 kWp)	kWh/a	-	-	-	6 490,0
		kWh / (X-IV)	-	-	-	2 445,0
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (przyjęto brak odsprzedaży energii z PV)	zł	31 495 zł	28 024 zł	14 743 zł	13 668 zł
7	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$	zł/a		3 472 zł	16 752 zł	17 828 zł
8	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		123 765 zł	300 068 zł	369 255 zł
9	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$ (PV z dotacją 30%)	zł		123 765 zł	300 068 zł	348 499 zł
10	SPBT	lata		35,7	17,9	20,7 brak dotacji
11	SPBT	lata		35,7	17,9	19,5 z dotacją

Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie (z VAT)

Wybrany wariant - wariant nr III

369 255 zł

Uzasadnienie: Wariant nr III ma niewiele gorszy wskaźnik SPBT w stosunku do wariantu nr II, natomiast charakteryzuje się możliwością pozyskiwania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w całym roku.

Dokonując bilansu w ujęciu całorocznym (możliwość konsumpcji wyprodukowanej energii poza sezonem grzewczym) wariant III osiągnie minimalną wartość SPBT równą 17,8

**7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia**

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

**7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3

- podłoga - docieplenie
- ściany - docieplenie
- stropodach - docieplenie
- wentylacja w sali gimnastycznej - montaż wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła
- okna - wymiana
- instalacja c.w.u. - modernizacja wraz z wymianą źródła ciepła
- instalacja c.o. - wymiana wraz z wymianą źródła ciepła

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu						
	1	2	3	4	5	6	7
Podłoga	X	X	X	X	X	X	
Ściany	X	X	X	X	X		
Stropodach	X	X	X	X			
Instalacja wentylacyjna w sali	X	X	X				
Instalacja c.w.u.	X	X					
Okna	X						
Instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X	X

## 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{oco} / \eta + Q_{ocw}$$

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$q_0 = q_{oco} + q_{ocw}$$

$$q_1 = q_{1co} + Q_{1cw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

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

Nr. war.	$Q_{oco}$	$q_{oco}$	$\eta_0, W_{d0}$	$Q_{ocw}$	$q_{ocw}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{or}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{oco}$	$q_{oco}$	$\eta_1, W_{d1}$	$Q_{1cw}$	$q_{ocw}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{1r}$		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	385,46	51,39	0,71 0,81	54,0	14,3	495,56	65,69	35 347		
1	102,11	20,56	2,59 0,81	29,0	7,7	60,93	28,26	7 447	27 900	661 395
2	113,14	21,07		29,0	7,7	64,38	28,77	7 869	27 478	635 739
3	113,14	21,07		54,0	14,3	89,38	35,37	10 924	24 422	612 369
4	153,53	27,92		54,0	14,3	102,02	42,22	12 468	22 879	560 869
5	252,81	38,66		54,0	14,3	133,06	52,96	16 263	19 084	457 489
6	352,63	50,33		54,0	14,3	164,28	64,63	20 079	15 268	390 527
7	385,46	51,39		54,0	14,3	174,55	65,69	21 333	14 013	369 255



## 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q <sub>0</sub> -Q <sub>1</sub> )/Q <sub>0</sub> ]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]		16% nakładów zł/mies	20% kwoty kredytu zł/mies	2-krotność rocznych oszczędności kosztów energii zł/mies
					0	100%			
1	2	3	4	5	6		7	7	7
1	wszystkie usprawnienia w tym okna	661 395	27 900	87,9	0	0%	105 823,21 zł	132 279,01 zł	55 799,05 zł
					661 395	100%			
2	instalacja c.o. podłoga ściany stropodach wentylacja mechaniczna instalacja c.w.u.	635 739	27 478	87,2	0	0%	101 718,16 zł	127 147,70 zł	54 955,85 zł
					635 739	100%			
3	instalacja c.o. podłoga ściany stropodach wentylacja mechaniczna	612 369	24 422	82,2	0	0%	97 978,96 zł	122 473,70 zł	48 844,85 zł
					612 369	100%			
4	instalacja c.o. podłoga ściany stropodach	560 869	22 879	79,6	0	0%	89 738,96 zł	112 173,70 zł	45 757,17 zł
					560 869	100%			
5	instalacja c.o. podłoga ściany	457 489	19 084	73,4	0	0%	73 198,24 zł	91 497,79 zł	38 167,56 zł
					457 489	100%			
6	instalacja c.o. podłoga	390 527	15 268	65,0	0	0,00%	62 484,35 zł	78 105,44 zł	30 536,68 zł
					390 527	100%			
7	instalacja c.o.	369 255	14 013	65,0	0	0,00%	59 080,82 zł	73 851,02 zł	28 026,94 zł
					369 255	100%			

WBOR 3M+1%

r= 7,5%

q= 1+ r/12= 1,00625

m= 120 miesięcy

$$A = 0,75 * S * q^m (q-1) / (q^m - 1) = 0,00890 * S$$

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- wymianę okien
- modernizację instalacji c.w.u.
- modernizacja wentylacji w sali - montaż wentylacji mechanicznej
- docieplenie stropodachu
- docieplenie ścian
- docieplenie podłogi w pomieszczeniach poza salą
- wymianę instalacji i źródła c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie,                      87,91 %                      88 % tj pow.15%
2. środki własne inwestora wyniosą                      - zł , co spełnia oczekiwania 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	Docieplenie podłogi	Do wykonania	wg projektu	Koszt	21 272,11 zł	Pow. łączna m2	115
2	Docieplenie ścian	Do wykonania	wg projektu	Koszt	66 961,75 zł	Pow. łączna m2	320
3	Docieplenie stropodachu	Do wykonania	wg projektu	Koszt	103 379,53 zł	Pow. łączna m2	336
4	Modernizacja wentylacji	Do wykonania	wg projektu	Koszt	51 500,00 zł	Całkowite przedsięwzięcie	
5	Modernizacja c.w.u.	Do wykonania	wg projektu	Koszt	23 370,00 zł	Całkowite przedsięwzięcie	
6	Wymiana okien	Do wykonania	wg projektu	Koszt	25 656,57 zł	Pow. łączna m2	45
7	Wymiana instalacji c.o. i źródła zasilania w ciepło budynku - gruntowa pompa ciepła wraz z instalacją fotowoltaiczną	Do wykonania	wg projektu	Koszt	369 255,11 zł	Całkowite przedsięwzięcie	

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	661 395 zł	(tylko prac przynoszących efekt ekologiczny)
	61 500 zł	(pozostałych niezbędnych prac)
	722 895 zł	(łącznie)
Udział środków własnych inwestora:	- zł	
Kredyt	661 395 zł	
Przewidywana premia termomodernizacyjna*:	55 799 zł	(tylko przy finansowaniu z ustawy termomodernizacyjnej)

\*Nie dotyczy w przypadku finansowania z innych źródeł

### 8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- 1.1 Opracowanie dokumentacji zgodnie z prawem budowlanym
- 1.2 Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
- 2.1 Przeprowadzenie wymaganych czynności zgodnie z procedurami zamówień publicznych
- 2.2 Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- 2.3 Realizacja robót i odbiór techniczny
- 2.4 Rozliczenie kredytu
- 2.5 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

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

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> *K/W	$U_k$ W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewewnętrzne	- tynk cem.-wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_i+R_e$	0,015	0,820	0,02	
			0,420	0,770	0,55	
			0,015	0,820	0,02	
					0,17	
					<b>0,76</b>	<b><math>U_k = 1,32</math></b>
2	stropodach	papa deski warstwa powietrza sosna / powietrze płyty wiórowo-cem. tynk $R_i+R_e$	0,005	0,180	0,03	
			0,025	0,160	0,16	
					0,16	
			0,120	0,16 / -	0,75 / 0,08	
			0,050	0,140	0,36	
			0,010	0,820	0,01	
				0,14		
					<b>0,86</b>	<b><math>U = 1,16</math></b>
3	podłoga w sali gimn. przegroda bez zmian	pcv styropian beton - równ. opór gruntu	0,050	0,200	0,25	
			0,050	0,040	1,25	
			0,100	1,000	0,10	
					2,00	
					<b>3,60</b>	<b><math>U = 0,28</math></b>
4	podłoga w strefie 20 C - do docieplenia	sosna legary / powietrze - równ. opór gruntu	0,030	0,160	0,19	
			0,050	0,16 / -	0,313 / 0,21	
					1,94	
					<b>2,37</b>	<b><math>U = 0,42</math></b>

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m <sup>3</sup> /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5
1	sala gimnastyczna	1	1095	1095
2	pozostałe pomieszczenia	8	230	230
				1325
	<b>Razem pomieszczenia</b>			<b>1325</b>
3	pomieszczenia inne	0	-	0
4	inne	0	-	0
5	klatki schodowe	0	-	0
	<b>Ogółem</b>		<b><math>\Psi =</math></b>	<b>1325</b>

## Załącznik 3

**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po modernizacji**

<b>1. Sprawność wytwarzania</b>			
przed term.			po
$\eta_w = 0,94$			3,50
<b>2. Sprawność akumulacji</b>			
$\eta_a = 1,00$			0,93
<b>3. Sprawność przesyłu</b>			
$\eta_p = 0,86$			0,86
<b>4. Sprawność regulacji i wykorzystania</b>			
$\eta_e = 0,88$			0,93
<b>5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia</b>			
$w_t = 0,89$			0,89
<b>6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby</b>			
$w_d = 0,91$			0,91

## Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Liczba użytkowników	OS =	40 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} =$	0,011 m <sup>3</sup> /d/os
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,44 m <sup>3</sup> /d
4	Wartość współczynnika korekcyjnego ze względu na przerwy	$V_{w} =$	2,16 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
5	Powierzchnia ogrzewana	$A_r =$	269,81 m <sup>2</sup>
6	Współczynnik redukcyjny	$k_R =$	0,75 -
7	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 12 =$	0,04 m <sup>3</sup> /h
8	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. (bez uwzględnienia sprawności)		30,05 GJ/rok
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u. (z uwzględnieniem sprawności)		54,12 GJ/rok
10	Zapotrzebowanie netto na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody		0,19 GJ/m <sup>3</sup>
11	Zapotrzebowanie brutto na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody		0,34 GJ/m <sup>3</sup>
			kocioł olejowy w grzałka w kontenerze zasobniku
			61% 39%
12	sprawność wytwarzania $\eta_{wg}$		0,86 0,96
13	sprawność przesyłu $\eta_{wd}$		0,76 0,80
14	sprawność akumulacji $\eta_{ws} =$		0,80 0,80
15	sprawność wykorzystania $\eta_{we} =$		1,00 1,00
16	współczynnik jednoczesności		3,789
17	współczynnik korekcyjny w zal. od temp. wody kt dla 55°C		1,000
18	Max. moc cieplna (bez uwzględnienia sprawności)		7,930 kW
19	Max. moc cieplna (z uwzględnieniem sprawności)		14,281 kW
20	Roczne zużycie cwu		159,5 m <sup>3</sup>
21	Koszt przygotowania cwu		4 836 zł
22	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 4,5 =$	718 zł
23	Sumaryczny koszt roczny cwu		5 554 zł
24	Średni koszt 1 m <sup>3</sup> cwu		34,81 zł/m <sup>3</sup>



## Załącznik nr 5

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Auditor 6.6 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie		
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a	ciepła kWh/rok
1	20,56	102,11	28 364
2	jak wariant nr III	jak wariant nr III	jak wariant nr III
3	21,07	113,14	31 428
4	27,92	153,53	42 647
5	38,66	252,81	70 225
6	50,33	352,63	97 953
7	jak stan istniejący	jak stan istniejący	jak stan istniejący
stan istniejący	51,39	385,46	107 072

## AUDYT ENERGETYCZNY budynku użyteczności publicznej


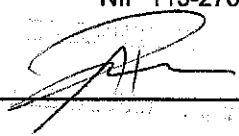
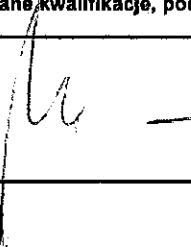
dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do finansowania z funduszy termomodernizacji

Adres budynku	ulica: Wrogocin 28a kod: 09-210 powiat: plocki	miescowosc: Drobin województwo: mazowieckie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: <b>mgr inż. Maciej MAJAK</b> <small>UPRAWNIENIA BUDOWLANE bez ograniczeń do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Nr ewid. LOD/1878/POOS/12, Nr ewid. LOD/0586/OWOS/06 Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków - nr wpisu do rejestru: 340. tel. 504 836-847</small>	Maciej Majak mgr inż. LOD/1878/POOS/12 LOD/0586/OWOS/06 nr wpisu do rejestru MIIR: 340
Sprawdził	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dariusz Heim dr hab. inż. autoryzacja KAPE 0074



**MAE**

Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.  
02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25  
NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	budynek Ochotniczej Straży Pożarnej	1.2. Rok ukończenia budowy
			1970
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Miasto i Gmina Drobin ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 Drobin tel. fax.	1.4. ul. Piłsudskiego 12 kod 09-210 powiat płocki woj. mazowieckie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
 <b>Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o.</b> 02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25 NIP 113-276-09-03 biuro@mae.com.pl 			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
Maciej Majak PESEL 79061507713 91-739 Łódź ul. Brzeska 21/24 LOD/1878/POOS/12; LOD/0586/OWOS/06; nr wpisu do rejestru MIIR: 340 			
4. Współautorzy audytu: Imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	dr hab. inż. Dariusz Heim	sprawdzający	KAPE 0074
5.	Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania
			luty 2016
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		

<b>2. Karta audytu energetycznego budynku *)</b>			
<b>Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Konstrukcja/technologia budynku	konstrukcja murowana	konstrukcja murowana
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	845	845
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	213	213
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	213	213
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	10	10
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	brak instalacji cwu	brak instalacji cwu
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	węglowe ogrzewanie miejscowe	gruntowa pompa ciepła zasilana systemem PV
11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,83	0,83
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	1,52	0,18
	Ściany zewnętrzne	-	-
2.	Dach / stropodach	2,13	0,15
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych - garaż	5,00	5,00
5.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych - sala	2,26	0,29
6.	Okna, drzwi balkonowe	2,60	1,00
7.	Drzwi zewnętrzne/ bramy	2,60	1,30
8.	Inne		
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,60	3,50
2.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
3.	Sprawność przesyłu	1,00	0,96
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,70	0,88
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,88	0,88
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	-	-
2.	Sprawność przesyłu	-	-
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	-
4.	Sprawność akumulacji	-	-
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna / kanały wentylacyjne	okna / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	430	430
4.	Krotność wymian powietrza [wym/h]	0,66	0,66

<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	39,98	13,25
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	-	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	322,48	69,48
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	574,32	18,50
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	0,00	0,00
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 uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	419,73	90,43
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	747,51	24,08
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	80,14%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku **) [zł/GJ]	25,00	122,22
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	0,00	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc***) [zł/(MW m-c)]	0,00	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m-c]	5,61	0,61
6.	Sumaryczna opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł/kWh]	0,44	0,44
7.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ z biomasy]	50,00	
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	384 879	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	96,9
Planowane koszty całkowite [zł]	446 379	Premia termomodernizacyjna [zł]	24 183
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	12 091		
*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			
**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii			
***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

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

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

- inwentaryzacja budowlana

**3.2. Inne dokumenty**

- dokumentacja fotograficzna

**3.3. Osoby udzielające informacji**

- użytkownik / zarządca obiektu

**3.4. Data wizji lokalnej**

- styczeń 2016 r.

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

- ograniczenie strat ciepła przez przegrody - docieplenie ścian
- ograniczenie zużycia nośników ciepła
- montaż instalacji fotowoltaicznej

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy 0 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

## 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Identyfikator budynku</b>			
<b>Własność</b>	Urząd Miasta i Gminy Drobin		
<b>Przeznaczenie budynku</b>	usługowy		
<b>Osiedle</b>			
<b>Adres</b>	Wrogocin 28a, Drobin		
<b>Budynek</b>	wolnostojący		

<b>Rok budowy</b>	około 1970	<b>Rok zasiedlenia</b>	1970	
<b>Technologia budynku</b>	konstrukcja murowana			
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	242	11 Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	845	12 Liczba kondygnacji	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	845	13 Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,05
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	213	14 Liczba użytkowników	10
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schod. [m <sup>2</sup> ]	0	15 Liczba mieszkań	-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	0	16 Liczba pomieszczeń o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	5
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] podać przeznaczenie pom.	0	17 Liczba pomieszczeń o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	0	18 Liczba pomieszczeń o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	1
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	213	19 Liczba pomieszczeń z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	nie	20 Liczba pomieszczeń z WC osobno	0

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

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





**4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku**

Budynek jednokondygnacyjny o konstrukcji murowanej. Ściany zewnętrzne z pustaków żużlobetonowych grubości 24 cm.

Podłoga na gruncie w garażu - betonowa, w pozostałej części - deski na legarach.

Stropodach o konstrukcji drewnianej, kryty dachówką cementową.

Istniejąca stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla istniejących okien ocenia się na poziomie  $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dla drzwi wejściowych wartość współczynnika ocenia się na poziomie  $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

L.p	Opis	Pow. całk. m <sup>2</sup>	Pow. do dociepl. m <sup>2</sup>	Pow. do obl. strat ciepła m <sup>2</sup>	U <sub>k</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	Pow. okien m <sup>2</sup>	U okna W/(m <sup>2</sup> .K)	Pow. okien m <sup>2</sup>	U okna W/(m <sup>2</sup> .K)	Pow. drzwi m <sup>2</sup>	U drzwi W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Ściany zewnętrzne	260	268	222	1,52	28	2,60	0,00	-	10	2,60
2	Stropodach	219	197	219	2,13	0	-	0,00	-	0	-
3	Podłoga w sali	175	140	175	2,26	0	-	0,00	-	0	-
4	Podłoga w garażu	45	45	45	5,00	0	-	0,00	-	0	-

**4.d. Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	39,98
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	322,48
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	0,50
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	767,81
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0
	cena nośnika energii cieplnej	zł/GJ	25,00
	opłata abonamentowa i sieciowa miesięcznie	zł	0

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z lokalnych źródeł ciepła opalanych węglem
2.	Parametry pracy instalacji wewn.	-
3.	Przewody w instalacji	-
4.	Rodzaje grzejników	brak
5.	Ostonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostacyjne	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,60$ $\eta_a = 1,00$ $\eta_p = 1,00$ $\eta_e = 0,70$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/8
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	nie dotyczy

**4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	brak ciepłej wody użytkowej
2.	Piony i ich izolacja	brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. obliczeń	0,00

**4.g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	430

**4.h. Charakterystyka źródła ciepła**

Źródło ciepła stanowi lokalny piec węglowy o znacznym stopniu zużycia.

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest niezadawalający. Budynek wymaga generalnego remontu. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych.

### 5.2. System grzewczy

Miejscowe ogrzewanie węglowe

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Brak

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m<sup>2</sup>K]</p> <p>- ściany zewnętrzne U= 1,52 - stropodach U= 2,13 - podłoga na gruncie w garażu U= 5,00 - podłoga na gruncie w sali U= 2,26</p>	<p>należy docieplić przegrody zewnętrzne</p> <p>' R ≥ 5,0 ' R ≥ 6,7 bez zmian ' R ≥ 3,3</p>
2	<p><b>Okna</b> U = 1,80 <b>Drzwi zewnętrzne i wrota</b> U = 2,60</p>	<p>U<sub>max</sub>=1,1 U<sub>max</sub>=1,3</p>
3	<p><b>Wentylacja</b> nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania</p>	<p>nie przewiduje się modernizacji instalacji wentylacji</p>
4	<p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> Brak</p>	<p>nie dotyczy</p>
5	<p><b>System grzewczy</b> miejscowe ogrzewanie węglowe</p>	<p>przewiduje się montaż systemu c.o. z gruntową pompą ciepła zasilaną energią elektryczną, w tym energią z paneli fotowoltaicznych</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	docieplenie metodą ETICS
2	j.w. przez stropodach	docieplenie wełną mineralną
3	j.w. przez podłogę na gruncie (za wyjątkiem garażu)	docieplenie wg projektu technicznego
4	zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana okien i drzwi zewnętrznych
5	modernizacja systemu grzewczego	montaż gruntowej pompy ciepła z instalacją c.o., montaż instalacji PV
6		

## 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	jw. lecz przez dach i podłogę	Ocieplenie stropodachu; ocieplenie podłogi w strefie 20 stC (bez podłogi w garażu)
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i drzwi
II	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej	Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, montaż instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej. Sprężarkowa pompa ciepła do c.o. zasilana energią elektryczną, w tym energią pochodzącą z instalacji fotowoltaicznej w systemie on grid.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}^{**}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$	dla przegród zewnętrznych	3655	3655	dzień·K·a
	dla podłogi na gruncie/strop nad piwnicą	2193	2193	
$O_{om}, O_{lm}$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{oz}, O_{iz}$		25,00	122,22	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1}$		0,00	0,00	zł/m-c

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Płocka

\*\*temperatury wewnętrzne dla pomieszczeń w zależności od przeznaczenia 5, 20  $^{\circ}\text{C}$

Cena węgla 700 zł/t przy wartości opałowej 28 GJ/t

Cena jednostkowa usprawnienia brutto z robotami towarzyszącymi		1	2	3
1	Ściany zewnętrzne - podłużne zł/m <sup>2</sup>	209	221	234
2	Ściany zewnętrzne - szczytowe zł/m <sup>2</sup>	209	221	234
3	Stropodach zł/m <sup>2</sup>	308	326	344
4	Podłoga na gruncie zł/m <sup>2</sup>	185	197	209
6	Okna i drzwi zł/m <sup>2</sup>	554	677	923
7	Nawiewniki zł/szt	123	123	123

7.2.1.a Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				A	=	222 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	268 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany materiałem termoizolacyjnym w systemie ETICS o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK, wraz z odtworzeniem obróbek blacharskich.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 20 cm						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 22 cm						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 24 cm						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	m <sup>2</sup> K/W		5,00	5,50	6,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,66	5,66	6,16	6,66
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	106,5	12,4	11,4	10,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,013	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		2 353	2 378	2 400
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		209	221	234
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		55 962	59 254	62 546
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		23,79	24,92	26,06
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,52	0,18	0,16	0,15
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
Wybrany wariant: 1		Koszt brutto : 55 962 zł		SPBT= 23,8 lat		

7.2.1.c Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	219 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	197 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie dachu wg projektu wraz z odtworzeniem konstrukcji - wełna mineralna o współczynniku przewodności λ: 0,045 W/mK . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,66 (m^2 \cdot K)/W$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,28	0,30	0,32
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		6,22	6,67	7,11
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,47	6,69	7,14	7,58
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	147,8	10,4	9,7	9,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,019	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		3 435	3 453	3 468
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		308	326	344
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		60 722	64 365	68 008
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		17,7	18,6	19,6
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	2,13	0,15	0,14	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
Wybrany wariant : 1		Koszt brutto :	60 722 zł	SPBT=	17,7 lat	



7.2.1.d Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Podłoga na gruncie (oprócz garażu)		
<b>Dane:</b>		powierzchnia przełogi do obliczania strat	$A = 175 \text{ m}^2$			
		powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 140 \text{ m}^2$			
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie podłogi wg projektu - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 3,333 \text{ (m}^2\text{K)/W}</math></p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1</p>						
Lp.	Opis	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 $\Delta R$	$\text{m}^2\text{K/W}$		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,44	3,44	3,94	4,44
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	74,7	9,6	8,4	7,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,016	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		1 628	1 658	1 683
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		185	197	209
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		25 784	27 503	29 222
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		15,8	16,6	17,4
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> K	2,26	0,29	0,25	0,23
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> w oparciu o szacunkowe oferty rynkowe						
<b>Wybrany wariant : 1</b>		<b>Koszt</b>	<b>25 784 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>15,8 lat</b>	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 28 \text{ m}^2</math>  <math>V_{nom} = \Psi = 430 \text{ m}^3/\text{h}</math>  <math>C_w = 1,00</math>  <math>V_{obl} = \Psi * C_m</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien o współczynnikach U:</p> <p>wariant 1: okna <math>U = 1,00</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia  wariant 2: <math>U = 0,90</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia  wariant 3: <math>U = 0,70</math> <math>a &lt; 0,3</math> z opcją rozszczelnienia</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	2,60	1,00	0,90	0,70
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,00	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	23,0	8,8	7,9	6,2
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	50,8	46,2	46,2	46,2
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	73,8	55,0	54,1	52,4
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0029	0,0011	0,0010	0,0008
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,007	0,0058	0,0058	0,0058
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0099	0,0069	0,0068	0,0066
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		470	493	535
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		15 474	18 912	25 789
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		1 476	1 476	1 476
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		36,1	41,4	51,0
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_u</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien (okno+montaż) w zł/m <sup>2</sup> wg otrzymanej oferty cenowej.						
Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana	28 m2 okien*	554 zł/m <sup>2</sup> =	15 474 zł			
wariant 2 : wymiana	28 m2 okien*	677 zł/m <sup>2</sup> =	18 912 zł			
wariant 3 : wymiana	28 m2 okien*	923 zł/m <sup>2</sup> =	25 789 zł			
montaż nawiewników	12 szt *	123 zł/szt =	1 476 zł			
<b>Wybrany wariant : 1</b>	<b>Koszt brutto :</b>	<b>16 950 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>36,1</b>	<b>lat</b>	

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

 Dane:  $Q_{ocw} = 0,00$  GJ       $q_{ocw} = 0,0000$  MW

Opis: Brak instalacji cwu.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	0,00	0,0
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0000	0,0000
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a		
	Oszczędność	zł/a		
4.	Koszt modernizacji	zł		
5.	SPBT	lata		
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_{cu}</math></b>				
<b>KOSZT brutto</b>		0 zł	<b>SPBT</b>	0,0 lat

<b>7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót brutto, zł</b>	<b>SPBT lata</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Docieplenie podłogi na gruncie	25 784	15,8
2	Docieplenie stropodachu	60 722	17,7
3	Ocieplenie ścian	55 962	23,8
4	Wymiana okien	16 950	36,1
5			

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

Dane:  $Q_{co} = 322,48$  GJ/a       $w_{t0} = 0,85$        $w_{d0} = 0,88$        $\eta_0 = 0,42$

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

Wariant 1: Budowa kotłowni na biomasę z pełną automatyką pogodową, montaż instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 2: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, montaż instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej.

Wariant 3: Budowa instalacji gruntowej pompy ciepła z pełną automatyką pogodową, montaż instalacji grzewczej, montaż zaworów termostatycznych z głowicami. Wykonanie regulacji hydraulicznej. Sprężarkowa pompa ciepła zasilana z instalacji PV w systemie on grid (do analizy przyjęto 16 paneli x 300 Wp = 4,8 kWp co odpowiada około 4160 kWh/a).

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed	wariant I	wariant II	wariant III
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,60$	0,70	3,50	$\eta_w = 3,50$
2	akumulacja ciepła	$\eta_a = 1,00$	1,00	0,95	$\eta_a = 0,95$
3	przesył ciepła	$\eta_p = 1,00$	0,96	0,96	$\eta_p = 0,96$
4	regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,70$	0,88	0,88	$\eta_e = 0,88$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	wariant I	wariant II	wariant III
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,42	0,59	2,81	2,81
2	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	-	0,85	0,85	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	-	0,88	0,88	0,88	0,88
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. i wentylacji z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	GJ/a	574,32	408,15	85,87	85,87
		kWh/a	159 533,8	113 374,2	23 853,4	23 853,4
5	Ilość energii elektrycznej wyprodukowanej z systemu PV (4,8 kWp)	kWh/a	-	-	-	4 160,0
		kWh / (X-IV)	-	-	-	1 566,5
6	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (przyjęto brak odsprzedaży energii z PV)	zł	14 358 zł	20 407 zł	10 495 zł	9 806 zł
7	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$	zł/a		-6 049 zł	3 863 zł	4 552 zł
8	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		99 630 zł	180 000 zł	225 461 zł
9	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$ (PV z dotacją 30%)	zł		99 630 zł	180 000 zł	211 823 zł
10	SPBT	lata		-16,5	46,6	49,5 brak dotacji
11	SPBT	lata		-16,5	46,6	46,5 z dotacją

Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie (z VAT)

Wybrany wariant - wariant nr III

225 461 zł

**7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia**

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

**7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3

- podłoga na gruncie (oprócz pom. garażu) - docieplenie
- stropodach - docieplenie
- ściany - ocieplenie
- okna - wymiana
- instalacja c.o. - wymiana wraz z wymianą źródła ciepła

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
Docieplenie podłogi	X	X	X	X		
Docieplenie stropodachu	X	X	X			
Docieplenie ścian	X	X				
Wymiana okien	X					
Wymiana instalacji c.o. i źródła zasilania w ciepło budynku	X	X	X	X	X	

## 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{oco} / \eta + Q_{ocw}$$

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$q_0 = q_{oco} + q_{ocw}$$

$$q_1 = q_{1co} + Q_{1cw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

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

Nr. war.	$Q_{oco}$	$q_{oco}$	$\eta_0, W_{d0}$	$Q_{ocw}$	$q_{ocw}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{or}$	$\Delta O_r$	N
	$Q_{oco}$	$q_{oco}$	$\eta_1, W_{d1}$	$Q_{1cw}$	$q_{ocw}$	$Q_1$	$q_1$	$O_{1r}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	322,48	39,98	0,42 0,75	0,0	0	574,32	39,98	14 358		
1	69,48	13,25	2,81 0,75	0,0	0,0	18,54	13,25	2 267	12 091	384 879
2	84,58	14,49		0,0	0,0	22,57	14,49	2 759	11 599	367 929
3	160,98	22,83		0,0	0,0	42,97	22,83	5 251	9 107	311 967
4	291,09	38,90		0,0	0,0	77,69	38,90	9 496	4 862	251 245
5	322,48	39,98		0,0	0,0	86,07	39,98	10 520	3 838	225 461

## 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końc. [(Q <sub>0</sub> -Q <sub>1</sub> )/Q <sub>0</sub> ]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]		16% nakładów zł/mies	20% kwoty kredytu zł/mies	2 krotność rocznych oszczędności kosztów energii zł/mies
					0	0%			
1	2	3	4	5	6		7	7	7
1	wszystkie usprawnienia w tym okna	384 879	12 091	96,9	0	0%	61 580,62 zł	76 975,77 zł	24 182,90 zł
					384 879	100%			
2	instalacja c.o. podłoga stropodach ściany	367 929	11 599	96,2	0	0%	58 868,67 zł	73 585,84 zł	23 197,73 zł
					367 929	100%			
3	instalacja c.o. podłoga stropodach	311 967	9 107	92,7	0	0%	49 914,68 zł	62 393,35 zł	18 213,15 zł
					311 967	100%			
4	instalacja c.o. podłoga	251 245	4 862	86,6	0	0%	40 199,21 zł	50 249,01 zł	9 724,36 zł
					251 245	100%			
5	instalacja c.o.	225 461	3 838	85,2	0	0,00%	36 073,73 zł	45 092,16 zł	7 676,38 zł
					225 461	100%			

WBOR 3M+1%

r= 7,5%

q= 1+ r/12= 1,00625

m= 120 miesięcy

$$A = 0,75 * S * q^m (q-1) / (q^m - 1) = 0,00890 * S$$



#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- wymianę okien
- docieplenie ścian
- docieplenie stropodachu
- docieplenie podłogi na gruncie (poza garażem)
- wymianę instalacji i źródła c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie, 96,95 % 97 % tj pow.15%
2. środki własne inwestora wyniosą - zł , co spełnia oczekiwania 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	Docieplenie podłogi na gruncie we wszystkich pomieszczeniach oprócz garażu	Do wykonania	wg projektu	Koszt	25 784,24 zł	Pow. łączna m2	140
2	Docieplenie stropodachu z odtworzeniem pokrycia i naprawą obróbek blach.	Do wykonania	wg projektu	Koszt	60 721,72 zł	Pow. łączna m2	197
3	Docieplenie ścian	Do wykonania	wg projektu	Koszt	55 962,45 zł	Pow. łączna m2	268
4	Wymiana okien	Do wykonania	wg projektu	Koszt	16 949,65 zł	Pow. łączna m2	28
5	Montaż instalacji c.o. i źródła zasilania w ciepło budynku (gruntowa pompa ciepła wraz z instalacją fotowoltaiczną)	Do wykonania	wg projektu	Koszt	225 460,80 zł	Całkowite przedsięwzięcie	

**8.2. Charakterystyka finansowa**

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	384 879 zł	(tylko prac przynoszących efekt ekologiczny)
	61 500 zł	(pozostałych niezbędnych prac)
	446 379 zł	(łącznie)
Udział środków własnych inwestora:	- zł	
Kredyt	384 879 zł	
Przewidywana premia termomodernizacyjna*:	24 183 zł	(tylko przy finansowaniu z ustawy termomodernizacyjnej)

\*Nie dotyczy w przypadku finansowania z innych źródeł

**8.3. Dalsze działania**

Dalsze działania inwestora obejmują:

- 1.1 Opracowanie dokumentacji zgodnie z prawem budowlanym
- 1.2 Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
- 2.1 Przeprowadzenie wymaganych czynności zgodnie z procedurami zamówień publicznych
- 2.2 Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- 2.3 Realizacja robót i odbiór techniczny
- 2.4 Rozliczenie kredytu
- 2.5 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 3 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> *K/W	U <sub>k</sub> W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewewnętrzne	- tynk cem.-wap.	0,015	0,820	0,02	
		- pustak żużłobetonowy	0,240	0,530	0,45	
		- tynk cem.- wap.	0,015	0,820	0,02	
		$R_i+R_e$			0,17	
					<b>0,66</b>	<b>U<sub>k</sub> = 1,52</b>
2	stropodach	- dachówka cement.	0,030	1,000	0,03	
		- warstwa powietrza			0,16	
		- płyta pilśniowa	0,025	0,180	0,14	
		$R_i+R_e$			0,14	
					<b>0,47</b>	<b>U = 2,13</b>
3	podłoga w garażu - bez zmian	- beton	0,150	1,000	0,15	
		- chudy beton	0,050	1,050	0,05	
		- równ. opór gruntu			1,59	
					<b>1,79</b>	
						<b>U = 0,56</b>
4	podłoga w strefie 20 C	- sosna	0,025	0,160	0,16	
		- legary / powietrze	0,200	0,16 / -	1,25 / 0,225	
		- równ. opór gruntu			1,62	
					<b>2,07</b>	
						<b>U = 0,48</b>

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m <sup>3</sup> /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5
1	garaż	1	90	90
2	pozostałe pomieszczenia	5	340	340
				430
	<b>Razem pomieszczenia</b>			<b>430</b>
3	pomieszczenia inne	0	-	0
4	inne	0	-	0
5	klatki schodowe	0	-	0
	<b>Ogółem</b>		<b><math>\Psi =</math></b>	<b>430</b>

## Załącznik 3

**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym i po modernizacji**

<b>1. Sprawność wytwarzania</b>			
przed term.			po
$\eta_w = 0,60$			3,50
<b>2. Sprawność akumulacji</b>			
$\eta_a = 1,00$			0,95
<b>3. Sprawność przesyłu</b>			
$\eta_p = 1,00$			0,96
<b>4. Sprawność regulacji i wykorzystania</b>			
$\eta_e = 0,70$			0,88
<b>5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia</b>			
$w_t = 0,85$			0,85
<b>6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby</b>			
$w_d = 0,88$			0,88

## Załącznik nr 4

**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor 6.6 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie		
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a	ciepła kWh/rok
1	13,25	69,48	19 300
2	14,49	84,58	23 494
3	22,83	160,98	44 717
4	38,90	291,09	80 858
5	jak stan istniejący	jak stan istniejący	jak stan istniejący
stan istniejący	39,98	322,48	89 578