

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

## Urzędu Gminy w Słupi (Koneckiej)

Adres budynku	Urząd Gminy 26-234 Słupia gm. Słupia (Konecka) pow. konecki woj. świętokrzyskie
Wykonawca audytu energetycznego	Elżbieta Kasperska upr. PL WBi/AE/163/2011



Słupia, styczeń 2017

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej – Budynek Urzędu Gminy	1.2 Rok budowy	1963
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Słupia (Konecka) Słupia 30A 26-234 Słupia  PESEL:	1.4 Adres budynku	
(nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*)		Urząd Gminy  Słupia 30A 26-234 Słupia ŚWIĘTOKRZYSKIE	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
<b>3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
mgr inż. Elżbieta Kasperska upr. PL WBiA/AE/163/2011			..... podpis
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
<b>5. Miejscowość:</b> Słupia (Konecka)		<b>Data wykonania opracowania</b>	styczeń 2017
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termo modernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			



## 2. Karta audytu energetycznego budynku\*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	1	1
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	697,50	697,50
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	301,60	301,60
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	279,00	279,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	30,00	30,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	---
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Miejscowe	---
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,99	0,99
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m <sup>2</sup> •K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,43	0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,02	0,15
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,41	0,41
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 1,30	1,30; 1,30
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60; 2,60; 0,00	1,30; 1,30; 0,00
2.2.7.	Ściany wewnętrzne	1,64	1,64
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,600	2,600
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,910	0,950
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	2,600

2.4.2.	Sprawność przesyłu	1,000	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,850
<b>2.5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	697,50	697,50
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<b>2.6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	58,55	17,69
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	2,13	2,13
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	455,77	117,71
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	953,85	45,55
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	24,44	15,64
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	453,78	117,20
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	949,67	45,35
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	100,00
<b>2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	25,25	13,89
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej *** [zł/m <sup>3</sup> ]	0,00	0,00

2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> •m-c)]	0,00	0,00
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
<b>2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	307837,14	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	93,75
Planowane koszty całkowite [zł]	387837,14	Premia termomodernizacyjna [zł]	53258,02
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	26629,01		

\* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

\*\* Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

\*\*\* Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

\*\*\*\* Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

### 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

#### 3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

#### 3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.

- 5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
- 6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

### 3.3. Materiały przekazane przez inwestora

- 1. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

### 3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

- 1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
- 2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.5

### 3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

- 1. Obniżenie kosztów ogrzewania
- 2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
- 3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

80000 zł

- 4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

310000 zł

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

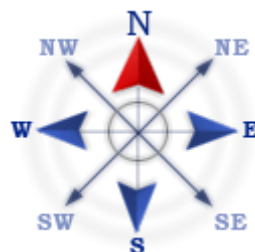
### 4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	765,30 m <sup>3</sup>
Kubatura ogrzewania	-	697,50 m <sup>3</sup>
Powierzchnia netto budynku	-	301,60 m <sup>2</sup>
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m <sup>2</sup>
Współczynnik kształtu	-	0,99 m <sup>-1</sup>
Powierzchnia zabudowy budynku	-	279,00 m <sup>2</sup>
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	30,00

### 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



#### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

##### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,43	W/(m <sup>2</sup> •K)
Dach/stropodach	1,02	W/(m <sup>2</sup> •K)
Strop piwnicy	---	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna	1,30; 1,30	W/(m <sup>2</sup> •K)
Drzwi/bramy	2,60; 2,60; 0,00	W/(m <sup>2</sup> •K)
Okna połaciowe	---	W/(m <sup>2</sup> •K)
Podłogi na gruncie	0,41	W/(m <sup>2</sup> •K)
Ściany wewnętrzne	1,64	W/(m <sup>2</sup> •K)

#### 4.4. Taryfy i opłaty

<b>Ceny ciepła - c.o.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	25,25 zł/GJ	13,89 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
<b>Ceny ciepła - c.w.u.</b>	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	138,90 zł/GJ	13,89 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

#### 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane przed 1980r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,600$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$



Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} =$ 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t =$ 0,850
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 12 godzin	$w_d =$ 0,910
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,q}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,370
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: <b>25%</b>
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
<b>4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej</b>		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	$\eta_{W,q} =$ 0,990
Przesył ciepłej wody	Podgrzewanie wody bezpośrednio przy punktach poboru	$\eta_{W,d} =$ 1,000
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} =$ 1,000
Akumulacja ciepła	...	$\eta_{W,s} =$ 1,000
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,q} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,990
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
<b>4.7. Charakterystyka systemu wentylacji</b>		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	697,50	
Krotność wymian powietrza	1,00	

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

## 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Ściana zewnętrzna	Ściany zewnętrzne nie spełniają wymogów dotyczących współczynnika przenikania ciepła – należy wykonać docieplenie przegrody warstwą styropianu
Podłoga na gruncie	...
Dach	Przegroda nie spełnia wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła – należy wykonać docieplenie przegrody
Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'	Drzwi wejściowe między wiatrołapem a korytarzem szkoły (między przestrzenią nieogrzewaną a ogrzewaną) w bardzo złym stanie technicznym, nie spełniają wymogów dotyczących współczynnika przenikania ciepła. . Drzwi należy

	wymienić
System grzewczy	System ze starym, małoefektywnym piecem opalany ekogroszkiem, brak regulacji ogrzewania, grzejniki zakamienione bez opomiarowania, rury bez izolacji. Proponuje się wymianę kotła na pompę ciepła typu powietrze-woda, wykonanie ogrzewania podpodłogowego. Dodatkowo proponuje się montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 10 kW.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Wytwarzanie cwu w przepływowych grzejnikach elektrycznych. Proponuje się wykonać instalację cwu oraz montaż zasobnika ciepłej wody użytkowej.

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie					
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna					
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, <math>\lambda = 0,036</math> [W/(m·K)];</b>				
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>408,74m<sup>2</sup></b>				
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>408,74m<sup>2</sup></b>				
Stopniodni: <b>3346,20</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,14$ °C		$t_{zo} = -20,00$ °C		
	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,25	13,89	13,89	13,89
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament $A_b$	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji $b$	cm	---	16	18	20
Współczynnik przenikania ciepła $U$	W/(m <sup>2</sup> K)	1,428	0,194	0,175	0,160
Opór cieplny $R$	(m <sup>2</sup> K)/W	0,70	5,14	5,70	6,26
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	4,44	5,00	5,56
Straty ciepła na przenikanie $Q$	GJ	168,80	22,97	20,73	18,89
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q$	MW	0,0223	0,0030	0,0027	0,0025
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	3943,02	3974,12	3999,69
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	132,00	136,00	142,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	66363,35	68374,36	71390,88
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,83	17,20	17,85

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 66363,35 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,83 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Wykonać docieplenie ścian zewnętrznych materiałem termoizolacyjnym o wsp.  $\lambda \leq 0,036$  W/mK

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

#### Modernizacja przegrody Dach

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	<b>Wariant 1, Pianka poliuretanowa w pozostałych przypadkach 30, <math>\lambda = 0,035</math> [W/(m·K)];</b>		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła $A_s$ :	<b>500,50m<sup>2</sup></b>		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia $A_k$ :	<b>500,50m<sup>2</sup></b>		
Stopniodni: <b>3731,20</b> dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C	

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,25	13,89	13,89	13,89
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	20	22	24
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,023	0,149	0,138	0,128
Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> K)/W	0,98	6,69	7,26	7,83
Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> K)/W	---	5,71	6,29	6,86
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	165,05	24,11	22,21	20,59
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0205	0,0030	0,0028	0,0026
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	zł/rok	---	3832,56	3858,91	3881,42
Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$	zł/m <sup>2</sup>	---	135,00	140,00	142,00
Koszty realizacji usprawnienia $N_u$	zł	---	83108,03	86186,10	87417,33
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,68	22,33	22,52

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

#### Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 83108,03 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,68 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

Docieplenie wykonać pianką poliuretanową.

## 6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

<b>Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji</b>	
<b>Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'</b>	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: <b>171,73</b> m <sup>3</sup> /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: <b>5,52</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: <b>5,52</b> m <sup>2</sup>	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: <b>5,52</b> m <sup>2</sup>	
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ( a > 4 )	
Stopniodni: <b>3731,20</b> dzień•K/rok    θi = <b>20,00</b> °C    θe = <b>-20,00</b> °C	

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	58,25	58,25
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,35	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,600	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	4,63	2,31
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0037	0,0026
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	134,75
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	350,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	2376,36
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	50,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	18,01

<b>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</b>
<b>Charakterystyka wariantu optymalnego:</b>
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 2426,36 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,01 lat
<b>Stolarka bardzo szczelna ( a &lt; 0,3 )</b>
<b>Modernizacja systemu wentylacji</b>
<b>U= 1,30</b>
Informacje uzupełniające:
Należy wymienić drzwi wejściowe wewnętrzne na drzwi o współczynniku przenikania ciepła U=1,3 W/m2K

**Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji****Modernizacja przegrody DZT1x2,1 'Wentylacja grawitacyjna'**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **65,33** m<sup>3</sup>/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **2,10**m<sup>2</sup>Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **2,10**m<sup>2</sup>Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **2,10**m<sup>2</sup>

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ( a &gt; 4 )

Stopniodni: **3731,20** dzień•K/rok     $\theta_i = 20,00$  °C     $\theta_e = -20,00$  °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	58,25	58,25
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c <sub>m</sub>		1,35	1,00
Współczynnik c <sub>r</sub>		1,20	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m <sup>2</sup> K)	2,600	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,76	0,88
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0014	0,0010
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	51,26
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m <sup>2</sup>	---	350,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	904,05
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	50,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	18,61

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1****Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 954,05 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 18,61 lat

**Stolarka szczelna ( 0,5 < a < 1 )****Modernizacja systemu wentylacji****U= 1,30**

Informacje uzupełniające:

Drzwi do wymiany na drzwi o wsp. U=1,3 W/m<sup>2</sup>K

### 6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

#### 6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Ciepło właściwe wody $c_w$	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody $\rho_w$	[kg/m <sup>3</sup> ]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody $\theta_w$	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody $\theta_o$	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny $k_R$	[-]	0,90	0,90
Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	279,00	279,00
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{WI}$	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·doba)]	1,40	1,40
Czas użytkowania $\tau$	[h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności $N_h$	[-]	2,50	2,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,99	2,60
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	1,00	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	1,00	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła $Q_{cw}$	[GJ/rok]	24,44	15,64
Max moc cieplna $q_{cwu}$	[kW]	2,13	2,13

#### 6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	138,90	13,89
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	[zł/a]	---	3177,14
Koszt modernizacji $N_u$	[zł]	---	6150,00
SPBT	[lat]	---	1,94

#### 6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż zasobnika cwu	6150,00
---	---
<b>Suma:</b>	<b>6150,00</b>

### 6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_d$	
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	

## 6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

### 6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	25,25	13,89
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	455,77	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,0586	
Sprawność systemu grzewczego		0,370	2,087
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O$	[zł/a]	---	21634,72
Koszt modernizacji	[zł]	---	204235,35
SPBT	[lat]	---	9,44

### 6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,q}$	2,600
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,950
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia $w_t$	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,950
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,q} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	2,087

\*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

### 6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Montaż pompy ciepła dwufunkcyjnej typu powietrze-woda	98400,00
Montaż instalacji fotowoltaicznej	92250,00
Wykonać izolację cieplną rurociągów	2460,00
Montaż systemu automatycznej regulacji pogodowej	6150,00
Montaż zaworów termostatycznych	4089,75
Montaż zaworów podpionowych	885,60
<b>Suma:</b>	<b>204235,35</b>

#### 6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_d$	...
Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$	...
Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$	...
Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$	...
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$	...

### 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

**7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00 zł	1,94
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66363,35 zł	16,83
3.	Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'	2426,36 zł	18,01
4.	Modernizacja przegrody DZT1x2,1 'Wentylacja grawitacyjna'	954,05 zł	18,61
5.	Modernizacja przegrody Dach	83108,03 zł	21,68
6.	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00 zł	---
7.	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35	9,44



## 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

<b>Wariant 1</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66363,35
3	Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'	2426,36
4	Modernizacja przegrody DZT1x2,1 'Wentylacja grawitacyjna'	954,05
5	Modernizacja przegrody Dach	83108,03
6	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
7	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
8	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		387837,14

<b>Wariant 2</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66363,35
3	Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'	2426,36
4	Modernizacja przegrody DZT1x2,1 'Wentylacja grawitacyjna'	954,05
5	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
6	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
7	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		304729,11

<b>Wariant 3</b>		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66363,35
3	Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'	2426,36
4	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
5	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
6	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		303775,06

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	66363,35
3	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
4	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
5	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		301348,70

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	6150,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
3	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
4	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		234985,35

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	204235,35
2	Wykonanie audytu energetycznego	6150,00
3	Wykonanie dokumentacji technicznej	18450,00
Całkowity koszt		228835,35

### 7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	W/m <sup>3</sup>	1/m
0	0,0586	455,77	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	83,25	0,99
1	0,0214	117,71	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99

2	0,0389	283,61	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99
3	0,0390	284,65	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99
4	0,0393	287,38	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99
5	0,0586	455,77	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99
6	0,0586	455,77	20,00	279,00	697,50	765,30	697,50	...	0,99

#### 7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	$\Delta O$	% $\Delta O$
	$q_{h0,1co}$	$q_{0,1cwu}$							
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
	MW	MW							
0	455,77 0,0586	24,44 0,0021	0,37	0,85	0,91	978,28	27478,95	---	---
1	117,71 0,0214	15,64 0,0021	2,09	0,85	0,95	61,19	849,94	26629,01	96,91
2	283,61 0,0389	15,64 0,0021	2,09	0,85	0,95	125,39	1741,68	25737,28	93,66
3	284,65 0,0390	15,64 0,0021	2,09	0,85	0,95	125,79	1747,27	25731,69	93,64
4	287,38 0,0393	15,64 0,0021	2,09	0,85	0,95	126,85	1761,95	25717,00	93,59
5	455,77 0,0586	15,64 0,0021	2,09	0,85	0,95	192,02	2667,09	24811,86	90,29
6	455,77 0,0586	24,44 0,0021	2,09	0,85	0,95	200,81	2789,31	24689,65	89,85

#### 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O$	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	387837,14 zł	26629,01	93,75%	80000,00 307837,14	20,63% 79,37%	61567,43	62053,94	53258,02
2	304729,11 zł	25737,28	87,18%	80000,00	26,25%	44945,82	48756,66	51474,55

				224729,11	73,75%			
3	303775,06 zł	25731,69	87,14%	80000,00	26,34%	44755,01	48604,01	51463,38
				223775,06	73,66%			
4	301348,70 zł	25717,00	87,03%	80000,00	26,55%	44269,74	48215,79	51434,00
				221348,70	73,45%			
5	234985,35 zł	24811,86	80,37%	80000,00	34,04%	30997,07	37597,66	49623,72
				154985,35	65,96%			
6	228835,35 zł	24689,65	79,47%	80000,00	34,96%	29767,07	36613,66	49379,29
				148835,35	65,04%			

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:**

**1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%**

**2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej**

**3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 80000,00 zł**

#### **7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

- planowany koszt całkowity	---	387837,14 zł	
- planowana kwota środków własnych	---	80000,00 zł	
- planowana kwota kredytu	---	307837,14 zł	
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	53258,02 zł	
- roczne oszczędności kosztów energii	---	26629,01 zł	tj. 96,91 %

#### **8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.**

**P1**  
 Usprawienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**  
 Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm  
 Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

**P2**  
 Usprawienie: **Modernizacja przegrody Dach**  
 Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm  
 Zastosowany materiał izolacji termicznej: Pianka poliuretanowa w pozostałych przypadkach 30

**O1**

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZG1,2x2,3 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m<sup>2</sup>•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ( a < 0,3 )

**O2**

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZT1x2,1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m<sup>2</sup>•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ( 0,5 < a < 1 )

**C.W.U.**

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: docieplenie rur, przyłączenie do pompy ciepła.

**C.O.**

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Montaż dwufunkcyjnej pompy ciepła, montaż instalacji fotowoltaicznej, wymiana grzejników, opomiarowanie centralne i przy grzejnikach.

**Uwaga:**

W celu zmniejszenia zużycia energii w budynku proponowane działania w zakresie zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w budynku należy dołączyć modernizację oświetlenia wbudowanego oraz wprowadzić system zarządzania energią w budynku.