



mpstudio  
PRACOWNIA ARCHITEKTONICZNA

**AUDYT ENERGETYCZNY**  
**termomodernizacji budynku Kina „Tęcza”**  
**w Milówce**

34-360 Milówka, ul. Jana Kazimierza 126

Inwestor:  
Gmina Milówka  
ul. Jana Kazimierza 123  
34-360 Milówka

Opracował:  
  
Bogumił Konopka  
  
Wojciech Piątek

<b>Dane ogólne</b>			
<b>1. Nazwa i adres firmy wykonującej Audyt</b>			
<b>inż. Bogumił Konopka</b> <b>41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73</b> <b>audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92</b>			
<b>2. Imię i nazwisko oraz adres koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
<b>inż. Bogumił Konopka</b> <b>41 500 Chorzów, ul. Ryszki 57/21, tel./fax 247 63 73</b> <b>audytor KAPE, uprawnienia budowlane nr KA 844/92</b>			
<b>3. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje
1.			
2.	-		
3.	-		
<b>4. Miejscowość</b>		<b>Data wykonania opracowania</b>	
<b>Chorzów</b>		<b>2014</b>	
<b>5. Spis treści</b>			
Rozdział			Strona
I	Ustalenia ogólne		5
II	Dane klimatyczne		7
III	Charakterystyka obiektu		9
IV	Stan bazowy		11
V	Stan projektowany		26
VI	Analiza finansowa		23
VII	Wnioski		24
VII	Efekt ekologiczny		

Załączniki:

Nr 1    Zużycie energii cieplnej i koszty eksploatacyjne

Nr 2    „Cash flow”

Pieczęć Wnioskodawcy

Załącznik nr B2/3b

Chorzów, 02.12.2014.

**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OBIEKTU**

<b>A Dane ogólne</b>					
1	Wnioskodawca	Gmina Miłówka 34-360 Miłówka, ul. Jana Kazimierza 123			
2	Nazwa zadania	Termomodernizacja budynku Kina w Miłówce			
3	Adres obiektu	34-360 Miłówka, ul. Jana Kazimierza 126			
4	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowana			
5	Rok oddania budynku do użytkowania	1935			
6	Liczba kondygnacji	dwie + nieogrzewane piwnice pod częścią budynku			
7	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 626			
8	Pow. części ogrzewanej [m <sup>2</sup> ]	369			

  

<b>B System grzewczy</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji		
1	Charakterystyka źródła ciepła kotłownia/wymiennikownia, źródło zdalaczynne producent i typ kotłów (wymienników)	Własna kotłownia olejowa wbudowana	Własna kotłownia olejowa wbudowana		
	ilość [sztuk]	Rapido F 110 NT	Rapido F 110 NT		
	ilość [sztuk]	1	1		
	łączna moc [kW]	56	56		
	rok produkcji	2007	2007		
	wysokość komina [m]	10	10		
2	Źródło zdalaczynne (ciepłownia, elektrociepłownia) paliwo stosowane w źródle zdalaczynnym				
3	Charakterystyka instalacji c.o.	wodna 90/70°C	wodna 90/70°C		
	typ grzejników	grzejniki stare panelowe	panelowe		
	rodzaj regulacji miejscowej - zawory termostatyczne	brak	zainstalowane		
	stan techniczny przewodów	do wymiany	nowe		
4	Zapotrzebowanie mocy [kW]	51,1	12,7		
5	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	403,048	87,543		
6	Sprawność wytwarzania	0,90	0,90		
7	Sprawność przesyłu	0,90	0,95		
8	Sprawność akumulacji	1,00	1,00		
9	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,90	0,95		
10	Wsp. uwzg. przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	0,95	0,95		
11	Wsp. uwzg. przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	1,00	1,00		
12	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	525,234	102,389		

  

<b>C Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej</b>		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji		
		Powierzchnia przegrody [m <sup>2</sup> ]	Wsp. „U” [W/m <sup>2</sup> K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. „Λ” [W/mK]	Wsp. „U” [W/m <sup>2</sup> K]
1	Okna stare Alu do wymiany na okna nowe Alu	14,1	3,12	-	-	1,30
2	Drzwi stare drewniane do wymiany na nowe Alu	5,8	4,00	-	-	1,70
3	Drzwi stare stalowe do wymiany na nowe Alu	7,3	5,60	-	-	1,70
4	Ściany w gruncie do ocieplenia polistyrenem ekstrud.	63,4	1,06	14	0,032	0,19
5	Ściany nadziemia A do ocieplenia styropianem	205,2	1,06	14	0,032	0,19
6	Ściany nadziemia B do ocieplenia styropianem z demontażem istniejącego ocieplenia	166	0,51	14	0,032	0,19
5	Ściany nadziemia C do ocieplenia styropianem	86,9	1,19	14	0,032	0,19
7	Strop ostatniej kondygnacji drewniany do ocieplenia wełną mineralną z demontażem istniejącego ocieplenia	228,1	0,77	25	0,036	0,13
7	Strop ostatniej kondygnacji żelbetowy do ocieplenia wełną mineralną z demontażem istniejącego ocieplenia	40,5	1,08	25	0,036	0,13
8	Podłoga suteryny	563,0	0,29	-	-	0,29
9	Kryterium wyboru grubości izolacji	SPBT i WT 2014 stolarka ; 2021 przegrody nieprzezroczyste				

D	Wentylacja grawitacyjna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian powietrza [1/h]	1,0	1,0
2	Strumień powietrza [m³/h]	1 626	331

E	Wentylacja mechaniczna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Źródło ciepła		Własna kotłownia olejowa
2	Liczba wymian powietrza		2,32
5	Strumień powietrza [m³/h]		3000
6	Stopień odzysku ciepła		0,75
5	Zapotrzebowanie mocy [kW]		10,2
5	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]		195,644
6	Sprawność wytwarzania		0,90
7	Sprawność instalacji		0,95
12	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]		228,823

F	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	51,1	22,9
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	403,048	283,187
3	Zapotrzebowanie energii brutto z uwzględnieniem zysków energii solarnej [GJ/a]	525,234	331,213
4	Rodzaj paliwa	Olej opałowy lekki	Olej opałowy lekki
5	Wartość opałowa paliwa [MJ/kg]	42,6	42,6
6	Ilość paliwa [Mg]	12,329	7,775
7	Zawartość siarki w paliwie [%]	0,3	0,3
8	Zawartość popiołu w paliwie [%]	0,0	0,0
9	Moc zamówiona [MW]	0,0511	0,0229
10	Średnie zużycie energii w latach 2011-2013 [GJ]	brak danych	
11	Cena jednostkowa paliwa [zł/Mg]	4000,00	4000,00
12	Roczny koszt paliwa [zł/a]	49 318	31 100
15	Roczny koszt obsługi [zł/a]	1 050	1 050
16	Roczny koszt całkowity eksploatacji [zł/a]	50 368	32 150
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/a]		18 218
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]		326 030
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) lata		17,9
20	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: a/ stopa dyskonta "r" 6,0% b/ okres analizy "t" 15 lat c/ stopa wzrostu cen 6,0% d/ finansowanie: wyłącznie środki własne Kwota w zł 326 030 % 100		-51 900
21	Wartość bieżąca NPV przy założeniach: a/ stopa dyskonta "r" 6,0% b/ okres analizy "t" 15 lat c/ stopa wzrostu cen 6,0% d/ parametry pożyczki: - oprocentowanie 4,5% - czas spłaty 5 lat - umorzenie 40% e/ finansowanie: Kwota w zł % środki własne 65 206 20,0 pożyczka WFOSiGW 260 824 80,0 dotacja WFOSiGW 0 0,0 umorzenie WFOSiGW 0 0,0 Razem 326 030 100,0		47 200

Oświadczam, że dane przedstawione w karcie audytu są zgodne z danymi zawartymi w audycie energetycznym.

podpis osoby sporządzającej kartę audytu

pieczęć i podpis kierownika jednostki

# **Rozdział I**

## **Ustalenia ogólne**

### **1. Cel pracy**

Celem pracy jest zaproponowanie rozwiązań technicznych w zakresie termomodernizacji budynku kina w Milówce.

### **2. Materiały źródłowe**

Podstawą opracowania audytu jest:

- Dane techniczne i eksploatacyjne udostępnione przez Inwestora
- Inwentaryzacja własna

### **3. Podstawa prawna**

#### **3.1. Akty prawne**

1. Wymagania WFOŚiGW w Katowicach w zakresie wzorów kart audytu energetycznego.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. (Dz.U. nr 75/2002) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - z późniejszymi zmianami

#### **3.2. Normy**

##### **3.2.1. Obowiązkowe**

(zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 04.03.1999 r. (Dz. U. nr 22/99) w sprawie obowiązku stosowania niektórych Polskich Norm.)

1. Polska Norma PN-82/B-02402  
Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
2. Polska Norma PN-82/B-02403  
Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
3. Polska Norma PN-87/B-02411  
Ogrzewnictwo. Kotłownie wbudowane na paliwo stałe. Wymagania.

### **3.2.2. Nieobowiązkowe**

1. Polska Norma PN-EN-ISO 6946/98  
Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
2. Polska Norma PN-B-02025/2001  
Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej.
3. Polska Norma PN-91/B-02020  
Ochrona cieplna budynków.
4. Polska Norma PN-83/B-03430  
Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

## **4. Ceny i koszty**

### **4.1. Podatek VAT**

Analizy kosztów zostały wykonane w cenach brutto z podatkiem VAT.

### **4.2. Podstawa wycen**

Kalkulacje własne oraz ceny lokalne.

### **4.3. Poziom cen**

III kw. 2014 r.

## Rozdział II

### Dane klimatyczne

#### 1. Podstawowe dane

Milówka znajduje się w III strefie klimatycznej wg PN-82/B-02403.

Stacja klimatyczna Aleksandrowice terenowo właściwa dla Milówki  
Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne  
wg informacji Ministerstwa Infrastruktury z dnia 24.12.2008.

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T <sub>e</sub> (m.)	-1,7	-2,3	4,9	8,0	12,4	16,2	19,2	17,1	15,1	6,9	4,4	0,1
Ld(m.)	31	28	31	30	5	0	0	0	5	31	30	31

Czas sezonu grzewczego	Ld(a)	=	222	dni
Średnia temperatura sezonu grzewczego	t <sub>śrs</sub>	=	3,429	°C
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t <sub>zo</sub>	=	-20,0	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>wo</sub>	=	20,0	°C
Ilość stopniodni	Sd	=	3679	

#### 2. Wskaźniki zapotrzebowania energii cieplnej

##### 2.1 Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania energii cieplnej

W celu usprawnienia obliczeń sezonowego zużycia energii cieplnej na potrzeby c.o. wprowadzono wskaźnik sezonowego zapotrzebowania energii cieplnej dla stacji meteorologicznej Aleksandrowice:

$$W_{sp} = \frac{Ld_a * (t_{wo} - t_{śrs}) * 86.400}{t_{wo} - t_{zo}} = \frac{222 * (20,0 - 3,43) * 86.400}{20 - (-20)} = 7,945 * 10^6 [kJ / kW] = 7,945 [GJ / (kW * a)]$$

##### 2.2. Wskaźnik zużycia energii cieplnej na infiltrację

Wartość rocznego zapotrzebowania energii cieplnej na podgrzanie niepożądanego strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności w stolarnie, wynosi:

$$Q_{inf} = 1,43 * 10^{-6} * a * l * \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e (m)]^{5/3} * Ld_m \quad [GJ]$$

gdzie:

$$\begin{array}{ll} L_g & \text{ilość miesięcy ogrzewania w sezonie grzewczym} \\ Ld_m & \text{ilość dni grzewczych w miesiącu} \\ a & [m^3 / (m * h * daPa^{2/3})] \quad \text{współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny} \\ l & [mb] \quad \text{długość przyłgni w stolarnie} \end{array}$$

W celu usprawnienia obliczeń strat energii cieplnej spowodowanej infiltracją poprzez szczeliny w stolarce wprowadzono indywidualny jednostkowy wskaźnik infiltracji „ $W_{s\ inf}$ ”:

- długość przyłgni  $l = 1\text{ mb}$
- współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny  $a = 1\text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$
- temperatura obliczeniowa wewnętrzna  $t_{wo} = 20,0^\circ\text{C}$

Wskaźnik dla stacji meteorologicznej Aleksandrowice

$$W_{s\ inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \cdot \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e (m)]^{5/3} L_{d_m} = 0,0347\text{ GJ}/(a \cdot m \cdot \text{rok})$$

$$Q_{inf} = l \cdot a \cdot W_{s\ inf} = l \cdot a \cdot 0,0347\text{ [GJ]}$$

## Rozdział III



# Charakterystyka obiektu

## 1. Charakterystyka ogólna

Zakresem niniejszego opracowania jest termomodernizacja budynku kina w Milówce. Jest to budynek posiadający dwie kondygnacje nadziemne i piwnice pod częścią budynku. W części nadziemnej znajduje się sala widowiskowa posiadająca 140 miejsc. Ściany murowane z cegły pełnej oraz pustaków żużlowych. Stropodach drewniany i żelbetowy z zamkniętą przestrzenią międzystropową. Ogólny stan techniczny budynku dobry.

Przegrody budowlane nie spełniają wymagań ciepłochronności zgodnie z WT 2014 r.

Podstawowe dane budynku:

Nr	Obiekt	Powierzchnia.		Kubatura		Wskaźnik	Rok przekazania budynku w użytkowanie
		zabudowy	ogrzewana	całkowita	ogrzewana		
		A	A <sub>u</sub>	V	V <sub>ogrz</sub>		
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		
1	Budynek kina	312	369	2 903	1 626	0,192	1935

## 2. Zasilanie w energię ciepłą

### 2.1. Źródło ciepła

Źródłem ciepła na potrzeby c.o. jest kotłownia wbudowana pracująca wyposażona w kocioł:

Lp.	Producent kotła	Typ kotła	Ilość	Moc łączna Φ	Sprawność		Emisor wys. H	Rok budowy
					chwilowa η <sub>H,g,max</sub>	roczna η <sub>H,g</sub>		
			szt.	kW	-	-	m	-
1	Rapido	F 110 NT	1	56,0	0,92	0,90	10	2007

Jako paliwo stosowany jest olej opałowy lekki o parametrach:

wartość opałowa	W <sub>d</sub>	= 42,6 MJ/Mg
zawartość popiołu	A <sub>r</sub>	= 0,0 %
zawartość siarki	s	= 0,3 %
koszt zakupu z przywozem	k	= 4 000 zł/Mg

Zużycie paliwa:

Szacunkowo około 10,0 Mg w skali roku.

### 2.2. Instalacja wewnętrzna c.o.

Instalacja wewnętrzna c.o. wykonana jest w stali i wyposażona w stare grzejniki stalowe panelowe. Grzejniki nie są wyposażone w zawory termostatyczne. Ogrzewanie jest wyeksploatowane i kwalifikuje się do wymiany.

### **2.3. Instalacja wentylacji mechanicznej**

Budynek posiada wentylację wspomaganą mechanicznie, bez odzysku ciepła.

### **2.4. Instalacja c.w.u.**

Brak. C.w.u. podgrzewana jest w lokalnych podgrzewaczach elektrycznych.

## **3. Koszty gospodarki cieplnej**

### **3.1. Koszty produkcji energii cieplnej.**

Brak danych o ogrzewaniu obiektu w ostatnich latach

### **3.2. Koszty prognozowane produkcji energii cieplnej**

Przyjęto, że obiekt zasilany będzie z własnej kotłowni opalanej olejem opałowym lekkim

Prognozowany koszt produkcji energii cieplnej  $k_j = 80 \text{ zł/GJ}$

## **Rozdział IV**

## Stan bazowy obliczeniowy

### 1. Założenia

#### 1.1. Zasilanie i koszty zasilania

Źródło ciepła:	Kotłownia własna		
Wskaźnik zużycia energii:	7,945 GJ/kW	pkt. 2.1.	Rozdział II
Cena energii cieplnej:	80 zł/GJ	pkt. 3.2.	Rozdział III

#### 1.2. Strumień powietrza wentylacyjnego

##### 1.2.1. Wentylacja grawitacyjna wspomagana mechanicznie

Cały obiekt:

$$V = 1\,626 \text{ m}^3$$

Pomieszczenia pomocnicze.

$$V = 1\,626 - 1\,182 - 113 = 331 \text{ m}^3$$

Przyjęto jedną wymianę powietrza na godzinę:

Zapotrzebowanie mocy cieplnej:

Cały obiekt:

$$\Phi_{wg} = 0,34 \cdot \Delta t \cdot V_{wg} = 0,34 \cdot 40 \cdot 1\,626 = 22,114 \text{ kW}$$

Pomieszczenia pomocnicze:

$$\Phi_{wg} = 0,34 \cdot \Delta t \cdot V_{wg} = 0,34 \cdot 40 \cdot 331 = 4,502 \text{ kW}$$

##### 1.2.2. Wentylacja mechaniczna - stan projektowany

Sala kinowa i hall - Ilość osób - 150

$$V = 1\,182 + 113 = 1\,295 \text{ m}^3$$

Strumień powietrza wentylacyjnego:

$$V_{wm} = 150 \text{ osób} \cdot 20 \text{ m}^3/\text{h osobę} = 3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Rekuperacja - przyjęto wymiennik przeciwprądowy o sprawności:

$$\eta = 0,75$$

Zapotrzebowanie mocy cieplnej:

$$\Phi_{wm} = 0,34 \cdot \Delta t \cdot V_{wm} \cdot (1 - \eta) = 0,34 \cdot 40 \cdot 3\,000 \cdot (1 - 0,75) = 10,200 \text{ kW}$$

### 2. Optymalizacja ocieplenia przegród budowlanych

## 2.1. Okna

### 2.1.1. Stan aktualny

Budynek posiada okna stare drewniane:

$$A = 1,8 \text{ m}^2$$

$$U_o = 3,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Długość szczelin w oknach starych

$$L = 59 \text{ mb}$$

Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny określono na:

$$a_o = 4,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$$

### 2.1.2. Stan projektowany

Przewiduje się wymienić stare okna drewniane na okna PCV. Projektowany współczynnik przenikania ciepła:

$$U_o = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{w tym szyby } U_{o_{\text{szyb}}} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Wymiana starych okien drewnianych na nowe PCV	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	14,1	m <sup>2</sup>	14,1	m <sup>2</sup>
Długość szczelin	L	59	m	59	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U	3,12	W/m <sup>2</sup> K	1,30	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>	7,945	GJ/(kW*rok)	7,945	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>	0,0347	GJ/(a*m*rok)	0,0347	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k	80,0	zł	80,0	zł

  

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	Φ	1,76	kW	0,73	kW	1,03	kW
Roczne zużycie energii	Q	22,17	GJ	6,85	GJ	15,32	GJ
Roczne koszty energii	K	1,77	tys. zł	0,55	tys. zł	1,23	tys. zł

  

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany okien	k	600,0	zł/m <sup>2</sup>
Koszt wymiany okien	K	8,46	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	6,90	

Przewiduje się wymianę okien

## 2.2. Drzwi

**2.2.1. Stan aktualny**

Budynek posiada drzwi

a/ drzwi stare drewniane	$A = 5,8 \text{ m}^2$	$U_o = 4,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
c/ drzwi stare stalowe	$A = 7,3 \text{ m}^2$	$U_o = 5,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

długość szczelin w drzwiach drewnianych  $L = 18 \text{ mb}$

długość szczelin w drzwiach stalowych  $L = 13 \text{ mb}$

współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny określono na:

$$a_o = 4,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$$

**2.2.2. Stan projektowany**

Przewiduje się wymienić stare drzwi na drzwi Alu ocieplane  $U_o = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wymiana starych drzwi drewnianych na drzwi Alu	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A	5,8	$\text{m}^2$	5,8	$\text{m}^2$
Długość szczelin	L	18	m	18	m
Różnica temperatur	$\Delta t$	40	$^{\circ}\text{C}$	40	$^{\circ}\text{C}$
Ws. przenikania ciepła	U	4,00	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,70	$\text{W/m}^2\text{K}$
Wsk. zużycia energii na przegrodach	$W_{s_{co}}$	7,945	$\text{GJ}/(\text{kW} \cdot \text{rok})$	7,945	$\text{GJ}/(\text{kW} \cdot \text{rok})$
Wsp. infiltracji powietrza	a	4,0	$\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$	0,5	$\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$
Wsk. zużycia energii na infiltrację	$W_{s_{inf}}$	0,0347	$\text{GJ}/(\text{a} \cdot \text{m} \cdot \text{rok})$	0,0347	$\text{GJ}/(\text{a} \cdot \text{m} \cdot \text{rok})$
Cena energii cieplnej	k	80,0	zł	80,0	zł

  

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	0,93	kW	0,39	kW	0,53	kW
Roczne zużycie energii	Q	9,87	GJ	3,45	GJ	6,43	GJ
Roczne koszty energii	K	0,79	tys. zł	0,28	tys. zł	0,51	tys. zł

  

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany drzwi	k	1000,0	$\text{zł/m}^2$
Koszt wymiany drzwi	K	5,80	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	11,28	

Wymiana starych drzwi stalowych na drzwi Alu		Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany	
			Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Powierzchnia	A		7,3	m <sup>2</sup>	7,3	m <sup>2</sup>
Długość szczelin	L		13	m	13	m
Różnica temperatur	$\Delta t$		40	°C	40	°C
Ws. przenikania ciepła	U		5,60	W/m <sup>2</sup> K	1,70	W/m <sup>2</sup> K
Wsk. zużycia energii na przegrodach	W <sub>sco</sub>		7,945	GJ/(kW*rok)	7,945	GJ/(kW*rok)
Wsp. infiltracji powietrza	a		4,0	m <sup>3</sup> /(m*h*daPa <sup>2/3</sup> )	0,5	m <sup>3</sup> /(m*h*daPa <sup>2/3</sup> )
Wsk. zużycia energii na infiltrację	W <sub>sinf</sub>		0,0347	GJ/(a*m*rok)	0,0347	GJ/(a*m*rok)
Cena energii ciepłej	k		80,0	zł	80,0	zł

  

	Symbol	Stan aktualny		Stan projektowany		Efekt modernizacji	
		Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka	Ilość	Jednostka
Straty mocy	$\Phi$	1,64	kW	0,50	kW	1,14	kW
Roczne zużycie energii	Q	14,80	GJ	4,17	GJ	10,63	GJ
Roczne koszty energii	K	1,18	tys. zł	0,33	tys. zł	0,85	tys. zł

  

	Symbol	Ilość	Jednostka
Cena wymiany drzwi	k	1000,0	zł/m <sup>2</sup>
Koszt wymiany drzwi	K	7,30	tys. zł
Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych	SPBT	8,59	

Przewiduje się wymianę drzwi

## 2.3. Ściany zewnętrzne

### 2.3.1. Stan aktualny

Budynek posiada:

Ściany zewnętrzne nadziemne:

typ A - murowane z cegły pełnej

typ B - murowane z cegły pełnej ocieplone styropianem grubości 5 cm

typ C - murowane z cegły pełnej i pustaków żużlowych

Orientacja	Typ A powierzchnia		Typ B powierzchnia		Typ C powierzchnia		Razem powierzchnia	
	bilans	ocieplenie	bilans	ocieplenie	bilans	ocieplenie	bilans	ocieplenie
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
S	0	0	0	0	0	0	0	0
W	81,9	85,9	0	0	47,7	47,7	129,6	133,6
N	72,1	119,3	0	0	39,2	39,2	111,3	158,5
E	0	0	138,1	166,0	0	0	138,1	166
Ogółem	154,0	205,2	138,1	166,0	86,9	86,9	379,0	458,1

Ściany w gruncie - przyjęto, że jest to typ A ścian

powierzchnia do poziomu -1,0 m

A = 63,4 m<sup>2</sup>

### 2.3.2. Stan projektowany

Przewiduje się:

- a/ docieplenie ścian w gruncie polistyrenem ekstrudowanym
- b/ docieplenie ścian nadziemia styropianem grafitowym

Efektywność ocieplenia ścian w gruncie i cokołu polistyrenem ekstrudowanym o  $\lambda \leq 0,032$  W/mK

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	63,4 m <sup>2</sup>			63,4 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	63,4 m <sup>2</sup>			63,4 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,57	0,77	0,740	0,57	0,77	0,740
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
			0			0
			0			0
-	-	-	0	-	-	0
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,78	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,78	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,95	m <sup>2</sup> K/W	R	0,95	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	1,056	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,056	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	2,7	kW	$\Phi_o$	2,7	kW

  

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				7,945	GJ/kW	
Koszt energii cieplnej				80,0	zł/GJ	
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym				$\lambda$	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	300	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	500	zł/m <sup>3</sup>

  

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	<b>0,14</b>	0,14
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,447	4,072	4,697	<b>5,322</b>	5,322
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,290	0,246	0,213	<b>0,188</b>	0,188
Projektowana strata mocy	kW	0,74	0,62	0,54	<b>0,48</b>	0,48
Efekt mocy	kW	1,94	2,06	2,14	<b>2,20</b>	2,20
Roczny efekt energii	GJ	15,4	16,3	17,0	<b>17,5</b>	17,5
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	340,0	350,0	360,0	<b>370,0</b>	370,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	21,56	22,19	22,82	<b>23,46</b>	23,46
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	1,23	1,31	1,36	<b>1,40</b>	1,40
SPBT	lat	17,46	16,98	16,79	<b>16,76</b>	16,76

  

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm polistyrenu ekstrudowanego				U <sub>o</sub> ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne				SPBT > 10 lat		

Efektywność ocieplenia ścian nadziemna typ A styropianem grafitowym o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	154,0 m <sup>2</sup>			154,0 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	205,2 m <sup>2</sup>			205,2 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,57	0,77	0,740	0,57	0,77	0,740
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
			0			0
			0			0
-	-	-	0	-	-	0
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,78	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,78	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,95	m <sup>2</sup> K/W	R	0,95	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	1,056	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,056	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	6,5	kW	$\Phi_o$	6,5	kW

  

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii					7,945	GJ/kW
Koszt energii cieplnej					80,0	zł/GJ
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym				$\lambda$	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	120	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	300	zł/m <sup>3</sup>

  

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	<b>0,14</b>	0,14
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,447	4,072	4,697	<b>5,322</b>	5,322
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,290	0,246	0,213	<b>0,188</b>	0,188
Projektowana strata mocy	kW	1,79	1,51	1,31	<b>1,16</b>	1,16
Efekt mocy	kW	4,72	4,99	5,19	<b>5,35</b>	5,35
Roczny efekt energii	GJ	37,5	39,7	41,3	<b>42,5</b>	42,5
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	144,0	150,0	156,0	<b>162,0</b>	162,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	29,55	30,78	32,01	<b>33,24</b>	33,24
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	3,00	3,17	3,30	<b>3,40</b>	3,40
SPBT	lat	9,85	9,70	9,70	<b>9,78</b>	9,78

  

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm styropianu					U <sub>o</sub> ≤ WT 2021	
Zamierzenie jest opłacalne					SPBT < 10 lat	



Efektywność ocieplenia ścian nadziemna typ B styropianem grafitowym o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	138,1 m <sup>2</sup>			138,1 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	166,0 m <sup>2</sup>			166,0 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,57	0,77	0,740	0,57	0,77	0,740
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Styropian do demontażu	0,050	0,05	1,000	-	-	0
			0			0
-	-	-	0	-	-	0
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	1,78	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,78	m <sup>2</sup> K/W
	R	1,95	m <sup>2</sup> K/W	R	0,95	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	0,514	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,056	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	2,8	kW	$\Phi_o$	5,8	kW

  

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii					7,945	GJ/kW
Koszt energii cieplnej					80,0	zł/GJ
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym				$\lambda$	0,032	W/mK
Cena ocieplenia	stała	150	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	300	zł/m <sup>3</sup>

  

Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	<b>0,14</b>	0,14
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,447	4,072	4,697	<b>5,322</b>	5,322
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,290	0,246	0,213	<b>0,188</b>	0,188
Projektowana strata mocy	kW	1,60	1,36	1,18	<b>1,04</b>	1,04
Efekt mocy	kW	1,23	1,48	1,66	<b>1,80</b>	1,80
Roczny efekt energii	GJ	9,8	11,8	13,2	<b>14,3</b>	14,3
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	174,0	180,0	186,0	<b>192,0</b>	192,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	28,88	29,88	30,88	<b>31,87</b>	31,87
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	0,78	0,94	1,06	<b>1,14</b>	1,14
SPBT	lat	36,80	31,75	29,24	<b>27,87</b>	27,87

  

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm styropianu					U <sub>o</sub> ≤ WT 2021	
Zamierzenie nie jest opłacalne					SPBT > 10 lat	

Efektywność ocieplenia ścian nadziemna typ C styropianem grafitowym o  $\lambda \leq 0,032 \text{ W/mK}$

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	86,9 m <sup>2</sup>			86,9 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	86,9 m <sup>2</sup>			86,9 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	40 °C			40 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Cegła pełna	0,12	0,77	0,156	0,12	0,77	0,156
Pustka powietrza	-	-	0,170	-	-	0,170
Pustak żuźlowy	0,240	0,77	0,312	0,240	0,77	0,312
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
-	-	-	0	-	-	0
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,67	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,67	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,84	m <sup>2</sup> K/W	R	0,84	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	1,185	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,185	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	4,1	kW	$\Phi_o$	4,1	kW

  

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii					7,945	GJ/kW
Koszt energii cieplnej					80,0	zł/GJ
Docieplenie polistyrenem ekstrudowanym					$\lambda$	0,032 W/mK
Cena ocieplenia	stała	120	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	300	zł/m <sup>3</sup>
Grubość docieplenia	m	0,08	0,10	0,12	<b>0,14</b>	0,14
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,344	3,969	4,594	<b>5,219</b>	5,219
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,299	0,252	0,218	<b>0,192</b>	0,192
Projektowana strata mocy	kW	1,04	0,88	0,76	<b>0,67</b>	0,67
Efekt mocy	kW	3,08	3,24	3,36	<b>3,45</b>	3,45
Roczny efekt energii	GJ	24,5	25,8	26,7	<b>27,4</b>	27,4
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	144,0	150,0	156,0	<b>162,0</b>	162,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	12,51	13,04	13,56	<b>14,08</b>	14,08
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	1,96	2,06	2,14	<b>2,19</b>	2,19
SPBT	lat	6,40	6,33	6,35	<b>6,42</b>	6,42
Optymalnym ociepleniem jest warstwa 14 cm styropianu					U <sub>o</sub> ≤ WT 2021	
Zamierzenie jest opłacalne					SPBT < 10 lat	

## 2.5. Strop ostatniej kondygnacji

### 2.5.1. Stan aktualny

Budynek posiada stropy ostatniej kondygnacji:

Typ	powierzchnia	
	bilans	ocieplenie
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Strop drewniany	228,1	228,1
Strop żelbetowy	40,5	40,5
Ogółem	268,6	268,6

### 2.5.2. Stan projektowany

Przewiduje się docieplenie stropów ostatniej kondygnacji:

a/ drewniany - wełną mineralną z warstwą dociskową z płyt OSB

b/ żelbetowy - wełną mineralną z warstwą dociskową z płyt OSB

Efektywność docieplenia drewnianego stropu ostatniej kondygnacji z demontażem istniejącego ocieplenia i wykonanie nowego z wełny mineralnej z warstwą dociskową z płyt OSB

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	228,1 m <sup>2</sup>			228,1 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	228,1 m <sup>2</sup>			228,1 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	38 °C			38 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Deskowanie	0,025	0,16	0,156	0,025	0,16	0,156
Pustka powietrza	-	-	0,170	-	-	0,170
Deskowanie	0,025	0,16	0,156	0,025	0,16	0,156
Trociny z wapnem	0,100	0,16	0,625			
Płyty OSB	-	-	0	0,022	0,16	0,138
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	1,13	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,64	m <sup>2</sup> K/W
	R	1,30	m <sup>2</sup> K/W	R	0,81	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	0,772	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,237	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	6,7	kW	$\Phi_o$	10,7	kW

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii				7,945 GJ/kW		
Koszt energii cieplnej				80,0 zł/GJ		
Docieplenie wełną mineralną lekką				$\lambda$	0,036	W/mK
Cena ocieplenia	stała	150	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	200	zł/m <sup>3</sup>
Grubość docieplenia	m	0,10	0,15	0,20	<b>0,25</b>	0,30
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,586	4,975	6,364	<b>7,753</b>	9,142
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,279	0,201	0,157	<b>0,129</b>	0,109
Projektowana strata mocy	kW	2,42	1,74	1,36	<b>1,12</b>	0,95
Efekt mocy	kW	4,27	4,95	5,33	<b>5,57</b>	5,74
Roczny efekt energii	GJ	33,9	39,3	42,3	<b>44,3</b>	45,6
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	170,0	180,0	190,0	<b>200,0</b>	210,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	38,78	41,06	43,34	<b>45,62</b>	47,90
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	2,72	3,14	3,39	<b>3,54</b>	3,65
SPBT	lat	14,28	13,06	12,80	<b>12,88</b>	13,13
Optymalnym ociepleniem jest warstwa 25 cm wełny mineralnej				U <sub>o</sub> ≤ WT 2021		
Zamierzenie nie jest opłacalne przy finansowaniu własnym				SPBT > 10 lat		

Efektywność docieplenia żelbetowego stropu ostatniej kondygnacji z demontażem istniejącego ocieplenia i wykonanie nowego z wełny mineralnej z warstwą dociskowa z płyt OSB

	Stan aktualny			Stan projektowany		
Pow. przegrody w osiach	40,5 m <sup>2</sup>			40,5 m <sup>2</sup>		
Pow. przegrody do ocieplenia	40,5 m <sup>2</sup>			40,5 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	38 °C			38 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Tynk	0,015	0,82	0,018	0,015	0,82	0,018
Strop żelbetowy	0,150	1,70	0,088	0,150	1,70	0,088
Styropian	0,030	0,05	0,600	0,025	0,16	0,156
Wylewka cementowa	0,050	1,00	0,050	0,025	0,16	0,156
Płyta OSB	-	-	0	0,022	0,16	0,138
-	-	-	0	-	-	0
	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>i</sub>	0,13	m <sup>2</sup> K/W
	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W	R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
	$\Sigma R_p$	0,76	m <sup>2</sup> K/W	$\Sigma R_p$	0,56	m <sup>2</sup> K/W
	R	0,93	m <sup>2</sup> K/W	R	0,73	m <sup>2</sup> K/W
	U <sub>o</sub>	1,079	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>o</sub>	1,376	W/m <sup>2</sup> K
	$\Phi_o$	1,7	kW	$\Phi_o$	2,1	kW

  

Stan projektowany po dodatkowym ociepleniu						
Wskaźnik zużycia energii					7,945	GJ/kW
Koszt energii cieplnej					80,0	zł/GJ
Docieplenie wełną mineralną lekką					$\lambda$	0,036 W/mK
Cena ocieplenia	stała	150	zł/m <sup>2</sup>	zmienna	200	zł/m <sup>3</sup>

  

Grubość docieplenia	m	0,10	0,15	0,20	<b>0,25</b>	0,30
Projektowany R	m <sup>2</sup> K/W	3,504	4,893	6,282	<b>7,671</b>	9,060
Projektowany "U <sub>o</sub> "	W/m <sup>2</sup> K	0,285	0,204	0,159	<b>0,130</b>	0,110
Projektowana strata mocy	kW	0,44	0,31	0,24	<b>0,20</b>	0,17
Efekt mocy	kW	1,22	1,35	1,42	<b>1,46</b>	1,49
Roczny efekt energii	GJ	9,7	10,7	11,3	<b>11,6</b>	11,8
Cena ocieplenia	zł/m <sup>2</sup>	170,0	180,0	190,0	<b>200,0</b>	210,0
Koszt ocieplenia	tys. zł	6,89	7,29	7,70	<b>8,10</b>	8,51
Roczny efekt ocieplenia	tys. zł	0,78	0,86	0,90	<b>0,93</b>	0,95
SPBT	lat	8,87	8,52	8,55	<b>8,73</b>	8,97

  

Optymalnym ociepleniem jest warstwa 25 cm wełny mineralnej					U <sub>o</sub> ≤ WT 2021	
Zamierzenie jest opłacalne przy finansowaniu własnym					SPBT < 10 lat	

## 2.6. Podłogi - sprawdzenie ciepłochronności

Typ	powierzchnia	
	bilans m <sup>2</sup>	ocieplenie m <sup>2</sup>
Podłoga na gruncie	228,1	228,1
Podłoga nad piwnicą	40,5	40,5
Ogółem	268,6	268,6

**Podłoga na gruncie**

Powierzchnia przegrody	228,1 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	12 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Wykładzina	0,003	0,23	0,013
Wylewka betonowa	0,040	1,00	0,040
Żużłobeton	0,100	0,25	0,400
Piasek	0,150	0,7	0,214

$\Sigma R_p$	0,67	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>g</sub>	0,8	m <sup>2</sup> K/W
R	1,47	m <sup>2</sup> K/W

U <sub>o</sub>	0,682	W/m <sup>2</sup> K
$\Phi_o$	1,9	kW

**Strop nad piwnicą**

Powierzchnia przegrody	40,5 m <sup>2</sup>		
Obliczeniowe $\Delta t$	15 °C		
Układ warstwowy przegrody	d	$\lambda$	R <sub>p</sub>
	m	W/mK	m <sup>2</sup> K/W
Terakota	0,02	1,05	0,019
Wylewka betonowa	0,05	1,00	0,050
Styropian	0,03	0,05	0,600
Strop betonowy	0,15	1,70	0,088
	-	-	0,00

$\Sigma R_p$	0,76	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>i</sub>	0,17	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>e</sub>	0,04	m <sup>2</sup> K/W
R	0,97	m <sup>2</sup> K/W

U <sub>o</sub>	1,034	W/m <sup>2</sup> K
$\Phi_o$	0,6	kW

### 3. Zestawienie przegród budowlanych

Lp.	Przegrody docieplane		Dane techniczne docieplenia						Koszty docieplenia			
			ilość		d	λ	"U" przegrody		cena jedn.	koszt	efekt roczny	SPBT
			bilans	ogółem			akt.	proj.				
	Stan aktualny	Stan projektowany	m²		cm	W/mK	W/m²K	W/m²K	zł/m²	tys. zł	tys. zł	lat
1	Okna drewniane	Wymiana na PCV	14,1	14,1	-	-	3,120	1,300	600	8,460	1,23	6,9
2	Drzwi drewniane	Wymiana na Alu	5,8	5,8	-	-	4,000	1,700	1 000	5,800	0,51	11,4
3	Drzwi stalowe	Wymiana na Alu	7,3	7,3	-	-	5,600	1,700	1 000	7,300	0,85	8,6
4	Ściany w gruncie	Ocieplenie polistyrenem	63,4	63,4	14,0	0,032	1,056	0,188	370	23,458	1,40	16,8
5	Ściany A	Ocieplenie styropianem	154,0	205,2	14,0	0,032	1,056	0,188	162	33,242	3,40	9,8
6	Ściany B	Ocieplenie styropianem	138,1	166,0	14,0	0,032	0,514	0,188	192	31,872	1,14	28,0
7	Ściany C	Ocieplenie styropianem	86,9	86,9	14,0	0,032	1,185	0,192	162	14,078	2,19	6,4
8	Strop drewniany	Ocieplenie wełną min.	228,1	228,1	25,0	0,036	0,772	0,129	200	45,620	3,54	12,9
9	Strop żelbetowy	Ocieplenie wełną min.	40,5	40,5	25,0	0,036	1,079	0,130	200	8,100	0,93	8,7
Razem przegrody docieplane			738,2	817,3					217,7	177,930	15,19	11,7

Lp.	Przegrody bez docieplenia						
10	Podłoga na gruncie	228,1	228,1			0,682	0,682
11	Strop nad piwnicą	40,5	40,5			1,034	1,034
Razem przegrody bez docieplenia		268,6					
Ogółem wszystkie przegrody		1 006,8					

### 4. Bilans mocy i energii cieplnej

## **4.1. Założenia**

### **4.1.1. Temperatury obliczeniowe:**

a/ zewnętrzna dla III strefy klimatycznej  
b/ wewnętrzna

$t_z = -20^{\circ}\text{C}$   
 $t_w = +20^{\circ}\text{C}$

### **4.1.2. Ciepła woda użytkowa**

Nie dotyczy

## **4.2. Obliczenia**

Kubatura całkowita	V	2 903	m <sup>3</sup>
Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t <sub>oz</sub>	-20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>ow1</sub>	20	°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	t <sub>ow2</sub>	20	m <sup>3</sup>
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V <sub>wg1</sub>	1 626	m <sup>3</sup>
Strumień powietrza wentylacji grawitacyjnej	V <sub>wg2</sub>	331	m <sup>3</sup>
Razem strumień powietrza wentylacyjnego	V <sub>wg</sub>	1 957	m <sup>3</sup>

Wentylacja grawitacyjna	$\Phi_{wg1} = V_{wg1} * 0,34 * (t_{ow1} - t_{oz})$	22,1	kW
	$\Phi_{wg2} = V_{wg2} * 0,34 * (t_{ow2} - t_{oz})$	4,5	kW

Straty mocy cieplnej na przegrodach $\Phi_p = \sum \Delta t_i * A_i * k_i$ $\Phi_{p\text{efekt}} = \Phi_{p\text{akt}} - \Phi_{p\text{doc}}$									
Przeграда	t <sub>ow</sub> -t <sub>oz</sub> °C	Powierzchnia		Wsp. "U"			Moc "Φ"		
		akt.	doc.	akt.	proj.	WT	akt.	doc.	WT
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	kW	kW	kW
Okna drewniane	40	14,1	14,1	3,12	1,30	1,30	1,8	0,7	0,7
Drzwi drewniane	40	5,8	5,8	4,00	1,70	1,70	0,9	0,4	0,4
Drzwi stalowe	40	7,3	7,3	5,60	1,70	1,70	1,6	0,5	0,5
Ściany w gruncie	0	63,4	63,4	1,06	0,19	0,00	0,0	0,0	0,0
Ściany A	40	154,0	154	1,06	0,19	0,25	6,5	1,2	1,5
Ściany B	40	138,1	138,1	0,51	0,19	0,25	2,8	1,0	1,4
Ściany C	40	86,9	86,9	1,19	0,19	0,25	4,1	0,7	0,9
Strop drewniany	40	228,1	228,1	0,77	0,13	0,20	7,0	1,2	1,8
Strop żelbetowy	40	40,5	41	1,08	0,13	0,20	1,7	0,2	0,3
Podłoga na gruncie	12	228,1	228,1	0,68	0,68	0,30	1,9	1,9	0,8
Strop nad piwnicą	12	40,5	40,5	1,03	1,03	1,03	0,5	0,5	0,5
<b>Razem przegrody</b>		<b>1 006,8</b>	<b>1 006,8</b>				<b>28,9</b>	<b>8,2</b>	<b>8,9</b>
<b>Centralne ogrzewanie <math>\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}</math></b>							<b>51,1</b>	<b>12,7</b>	<b>13,4</b>

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ <sub>p</sub>	Φ <sub>wg</sub>	Φ <sub>wm</sub>	Φ <sub>cwu</sub>	Φ <sub>str</sub>	Φ <sub>co</sub> /V	ΣΦ
Milówka Kino	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan aktualny	2 903	28,9	22,1	0	0,0	0	17,6	51,1
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		51,1						

Stan wg WT 2014	2 903	8,9	4,5	0	0,0	0	4,6	13,4
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		13,4						

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	Φ <sub>p</sub>	Φ <sub>wg</sub>	Φ <sub>wm</sub>	Φ <sub>cwu</sub>	Φ <sub>str</sub>	Φ <sub>co</sub> /V	ΣΦ
Milówka Kino	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan projektowany	2 903	8,2	4,5	10,2	0,0	0	4,4	22,9
w tym Φ <sub>co</sub> = Φ <sub>p</sub> + Φ <sub>wg</sub>		12,7						

## 5. Prognoza zużycia i kosztów energii

## **5.1. Założenia obliczeniowe**

### **5.1.1. Centralne ogrzewanie**

**Energia użytkowa „Q<sub>u</sub>”:**

$$Q_{co,u} = Q_{przeg} + Q_{wg} + Q_{inf}$$

gdzie:

$$Q_{przeg} = \Phi_{prz} * W_{sp} \quad (\text{wsp. } W_{sp} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

$$Q_{wg} = \Phi_{wg} * W_{sp} \quad (\text{wsp. } W_{sp} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

$$Q_{inf} = L * a * W_{s,inf} \quad (\text{wsp. } W_{s,inf} \text{ obliczony indywidualnie dla danej strefy klimatycznej})$$

**Energia końcowa „Q<sub>k</sub>”:**

$$Q_{co,k} = W_{H,d} * W_{H,t} * \frac{Q_{co,u} - Q_{zysk}}{\eta_{H,e} * \eta_{H,d} * \eta_{H,s} * \eta_{H,g}}$$

**Energia początkowa „Q<sub>p</sub>”:**

$$Q_{co,p} = Q_{co,k} * W_{co}$$

### **5.1.2. Ciepła woda użytkowa**

**Energia użytkowa „Q<sub>u</sub>”:**

$$Q_{cwu,u} = G_{cwu} * \Delta t * c_p$$

**Energia końcowa „Q<sub>k</sub>”:**

$$Q_{cwu,k} = \frac{Q_{cwu,u}}{\eta_{W,e} * \eta_{W,d} * \eta_{W,s} * \eta_{W,g}}$$

**Energia początkowa „Q<sub>p</sub>”:**

$$Q_{co,p} = Q_{co,p} * W_{co}$$

### **5.1.3. Wentylacja mechaniczna i odbiory technologiczne**



**Energia użytkowa „Q<sub>u</sub>”:**

$$Q_{i,u} = t * \frac{\Phi_i}{W_{odzysk}}$$

**Energia końcowa „Q<sub>k</sub>”:**

$$Q_{i,k} = \frac{Q_{i,u}}{\eta_{H,i} * \eta_{H,g}}$$

**Energia początkowa „Q<sub>p</sub>”:**

$$Q_{i,p} = Q_{i,k} * w_i$$

## **5.2. Obliczenia**

Obliczenia w załączniku nr 1

# **Rozdział V**

## **Przedsięwzięcia termomodernizacyjne**

# 1. Termorenowacja

## 1.1. Zakres prac

Lp.	Przelegrody docieplane		Dane techniczne docieplenia						Koszty docieplenia			
			ilość		d	$\lambda$	"U" przegrody		cena jedn.	koszt	efekt roczny	SPBT
			bilans	ogółem			akt.	proj.				
	Stan aktualny	Stan projektowany	m <sup>2</sup>		cm	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	zł/m <sup>2</sup>	tys. zł	tys. zł	lat
1	Okna drewniane	Wymiana na PCV	14,1	14,1	-	-	3,120	1,300	600	8,460	1,23	6,9
2	Drzwi drewniane	Wymiana na Alu	5,8	5,8	-	-	4,000	1,700	1 000	5,800	0,51	11,4
3	Drzwi stalowe	Wymiana na Alu	7,3	7,3	-	-	5,600	1,700	1 000	7,300	0,85	8,6
4	Ściany w gruncie	Ocieplenie polistyrenem	63,4	63,4	14,0	0,032	1,056	0,188	370	23,458	1,40	16,8
5	Ściany A	Ocieplenie styropianem	154,0	205,2	14,0	0,032	1,056	0,188	162	33,242	3,40	9,8
6	Ściany B	Ocieplenie styropianem	138,1	166,0	14,0	0,032	0,514	0,188	192	31,872	1,14	28,0
7	Ściany C	Ocieplenie styropianem	86,9	86,9	14,0	0,032	1,185	0,192	162	14,078	2,19	6,4
8	Strop drewniany	Ocieplenie wełną min.	228,1	228,1	25,0	0,036	0,772	0,129	200	45,620	3,54	12,9
9	Strop żelbetowy	Ocieplenie wełną min.	40,5	40,5	25,0	0,036	1,079	0,130	200	8,100	0,93	8,7
<b>Razem przegrody docieplane</b>			<b>738,2</b>	<b>817,3</b>					<b>217,7</b>	<b>177,930</b>	<b>15,19</b>	<b>11,7</b>

Koszty inwestycyjne  $K_{i1} = 177,930$  tys. zł

## 1.2. Moc cieplna po ociepleniu przegród budowlanych

Zestawienie zapotrzebowania mocy	V	$\Phi_p$	$\Phi_{wg}$	$\Phi_{wm}$	$\Phi_{cwu}$	$\Phi_{str}$	$\Phi_{co}/V$	$\Sigma\Phi$
Milówka Kino	m <sup>3</sup>	kW	kW	kW	kW	kW	W/m <sup>3</sup>	kW
Stan projektowany	2 903	8,2	4,5	0	0,0	0	4,4	12,7
w tym $\Phi_{co} = \Phi_p + \Phi_{wg}$		12,7						

# 2. Modernizacja systemu grzewczego

## 2.1. Instalacja c.o.

### 2.1.1. Założenia

Instalacja c.o. posiada stare grzejniki stalowe panelowe . Grzejniki nie posiadają zaworów termostatycznych. Instalacja jest wyeksploatowana.

Przewiduje się wymianę instalacji c.o. z zabudową grzejników stalowych panelowych z zaworami termostatacznymi

$$\Phi = 12,7 \text{ kW}$$

Modernizacja instalacji podniesie sprawność wykorzystanie i regulacji instalacji c.o. o około 5 % oraz sprawność przesyłu o około 5 %.

### 2.1.2 Koszty inwestycyjne

Koszty wymiany instalacji c.o.

$$K_{i2} = 12,7 \text{ kW} * 3 000 \text{ zł/kW} = 38,100 \text{ tys. zł}$$

## **2.2. Wentylacja mechaniczna**

### **2.2.1. Rozwiązania techniczne**

Sala kinowa i hall posiadają wentylację grawitacyjną wspomaganą mechanicznie bez odzysku ciepła. Przewiduje się zabudowę centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła o sprawności 75 % - rekupektor przeciwpływowy.

Projektowana wydajność centrali wentylacyjnej

$$\Phi = 3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zabudowa wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła zapewni wymagany komfort cieplny w Sali kinowej i hallu przy porównywalnym zużyciu energii cieplnej w stosunku do wentylacji grawitacyjnej wspomaganej mechanicznie.

### **2.2.2. Koszty inwestycyjne**

$$K_{i3} = 3\,000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 30 \text{ zł/m}^3/\text{h} = \mathbf{90,000 \text{ tys. zł}}$$

## **3. Modernizacja kompleksowa**

### **3.1. Koszty inwestycyjne**

Poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość jedn.	Cena zł/jedn.	Koszt tys. zł
K <sub>i1</sub>	Termomodernizacja	m <sup>2</sup>	817	-	177,930
K <sub>i2</sub>	Modernizacja instalacji c.o.	kW	12,7	3 000	38,100
K <sub>i3</sub>	Wentylacja mechaniczna	m <sup>3</sup> /h	3 000	30	90,000
	<b>Razem</b>				<b>306,030</b>
K <sub>i4</sub>	Dokumentacja techniczna				20,000
	<b>Ogółem K<sub>i</sub></b>				<b>326,030</b>

### **3.2. Koszty eksploatacyjne**

Obliczenia zużycia energii i kosztów eksploatacyjnych w załączniku nr 1

## **Rozdział VI**

### **Analiza finansowa**

## 1. Porównanie kosztów

Koszty inwestycyjne i ceny paliwa na poziomie 2014 r.

	Zamierzenie	Koszty		Efekt rocznych kosztów eksploat.	Roczne zużycie energii brutto	Cena energii brutto	SPBT
		Inwestycyjne	Roczne eksploatacyjne				
		zł	zł			zł/GJ	lat
1.	Stan bazowy wg Rozdziału IV	0	50 368	-	525	95,9	-
2.	Stan projektowany wg Rozdziału V	326 030	32 150	18 218	331	97,1	17,9

Czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza 10 lat.

Projektowana termomodernizacja nie jest zamierzeniem opłacalnym przy stałych cenach energii i finansowaniu własnym

## 2. "Cash flow" dla 15 lat eksploatacji

Koszty inwestycyjne wg Rozdziału V pkt. 3.2.	326 030	zł
Efekt rocznych kosztów eksploatacyjnych w cenach 2014	18 218	zł
Roczny wskaźnik wzrostu cen paliwa	1,06	

Lp.	Wyszczególnienie	Wariant "1" Finansowanie własne		Wariant "2" Finansowanie własne z dofinansowaniem WFOŚiGW		Wariant "3" Nie analizowano	
		obliczenia NPV w załączniku nr 1		obliczenia NPV w załączniku nr 2			
		%	zł	%	zł	%	zł
1	Środki własne	100,0	326 030	20,0	65 206	-	-
2	Pożyczka	-	-	80,0	260 824	-	-
3	Dotacja	-	-	-	-	-	-
4	Kredyt komercyjny	-	-	-	-	-	-
5	Inne	-	-	-	-	-	-
Razem koszty		100,0	326 030	100,0	326 030	-	-
NPV			17 700		64 000		

Z "cash flow" wynika:

- a/ inwestycja finansowana ze środków własnych (Wariant "1") jest opłacalna
- b/ inwestycja finansowana ze środków własnych i WFOŚiGW (Wariant "2") jest opłacalna

## Rozdział VII

## **Wnioski**

**1. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne zaproponowane w Audycie kwalifikują się do wdrożenia jedynie przy dofinansowaniu ze środków ochrony środowiska .**

## **Rozdział VIII**

## Redukcja zanieczyszczeń do atmosfery

### 1. Stan aktualny

Emisja ze spalania oleju opałowego lekkiego

Zużycie paliwa

Gakt = 14,505 m<sup>3</sup>

Zawartość siarki

Sc = 0,3 %

Zawartość popiołu

Ar = 0,0 %

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/Mg	Emisja Mg
Pył	1,80	1,8	0,03
SO <sub>2</sub>	19 * Sc	5,7	0,08
NO <sub>2</sub>	5,0	5,0	0,07
CO	0,6	0,6	0,01
CO <sub>2</sub>	1 650	1 650	23,93

### 2. Stan projektowany

Emisja ze spalania oleju opałowego lekkiego

Zużycie paliwa

Gakt = 9,147 m<sup>3</sup>

Zawartość siarki

Sc = 0,3 %

Zawartość popiołu

Ar = 0,0 %

Zanieczyszczenie	Wzór obliczeniowy	Wskaźnik kg/Mg	Emisja Mg
Pył	1,80	1,8	0,02
SO <sub>2</sub>	19 * Sc	5,7	0,05
NO <sub>2</sub>	5,0	5,0	0,05
CO	0,6	0,6	0,01
CO <sub>2</sub>	1 650	1 650	15,09

### 3. Efekt ekologiczny

Rodzaj emisji	Jednostka	Wielkość aktualna	Wielkość planowa	Zmiana bezwzględna	Zmiana względna w %
-	-	a	b	c = a - b	d = c/a * 100%
Pył	Mg	0,026	0,016	0,010	36,9
SO <sub>2</sub>	Mg	0,083	0,052	0,031	36,9
NO <sub>2</sub>	Mg	0,073	0,046	0,027	36,9
CO	Mg	0,009	0,005	0,003	36,9
CO <sub>2</sub>	Mg	23,933	15,093	8,841	36,9