

## AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – budynku Oddziału  
Celnego LUCS w Tomaszowie Lubelskim



Dane budynku:

ul. Łaszczowiecka 12C  
22-600 Tomaszów Lubelski

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1.  
STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

### 1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	2012
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Lublinie	1.4 Adres budynku	ul. Łaszczowiecka 12C 22-600 Tomaszów Lubelski

### 2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski  
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2  
51-686 Wrocław

### 3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe

### 4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:  
01.12.2023 r.

### 6. SPIS TREŚCI:

## Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....	2
2. Karta audytu energetycznego budynku .....	4
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora .....	10
Wykaz dokumentów i danych źródłowych.....	10
Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora .....	10
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.....	10
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	11
a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu ...	
b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku .....	13
c) Konstrukcja okien i drzwi.....	17
d) Charakterystyka systemu grzewczego.....	17
e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej .....	18
f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku .....	19
g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....	20
h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych .....	20
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	21
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....	22
Ocena opłacalności modernizacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją wraz z systemem klimatyzacji .....	22
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami .....	23
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	23
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	25
Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego .....	26
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu .....	26

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnica	2 + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11 414,7	11 414,7
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	3 459,0	3 459,0
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	3 459,0	3 459,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100	100
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,33	0,33
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m <sup>2</sup> ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
<b>1.</b>	<b>Ściany zewnętrzne</b>		
1.1	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic	0,305	0,305
1.2	SZ2 – ściana zewnętrzna	0,296	0,296
1.3	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,219	0,219

<b>2.</b>	<b>Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami</b>		
2.1	D1 – dach części biurowej	0,164	0,164
2.2	D2 – dach części magazynowo- kontrolnej	0,193	0,193
<b>3.</b>	<b>Strop nad piwnicą</b>		
3.1	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych</b>		
4.1	PG1 – podłoga na gruncie	0,408	0,408
4.2	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,334	0,334
<b>5.</b>	<b>Okna, drzwi balkonowe</b>		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	1,800	1,800
<b>6.</b>	<b>Drzwi zewnętrzne/ bramy</b>		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	1,800	1,800
6.2	DZ2 – brama garażowa	1,000	1,000
<b>7.</b>	<b>Inne</b>		
7.1	-	-	-
<b>3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓLCZYNNIKI WZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,82
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00

4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłu	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna grawitacyjna / mechaniczna	naturalna grawitacyjna / mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi/ kanały	okna/drzwi/ kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	11414,7	10273,23
4.	Liczba wymian [l/h]	1	0,9
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	156,0	140,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	15,0	15,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	680,04	680,04
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	944,50	613,93
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	129,95	129,95
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	54,61	54,61
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	75,85	49,30
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-
<b>7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	70,00	70,00
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	3,80	3,80
4.	Koszt 1MW 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 <sup>2</sup> m-c]	3,19	2,55
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
<b>8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	75,85	49,30
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	83,44	54,23
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	30,77	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	330,57	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	7,90	
6.	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	10,54	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	23 139,90	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-	



## 8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO

		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	3 519 512,20	4 329 000,0
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	-	-
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]	-	-
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]	-	

## 9. GRANT TERMOMODERNIZACYJNY

1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	45,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / <del>NIE ODPOWIADAJĄ</del> wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł]	-

## 10. PREMIA MZG I GRANT MZG

4.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 <sup>7)</sup>	
5.	Wysokość premii MZG [zł]	-
6.	Wysokość grantu MZG [zł]	-
7.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-

## 11. INNE

8.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
9.	Budynek <del>JEST</del> / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
10.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	



11. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy<sup>10)</sup>
- 1) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
  - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
  - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
  - 4) Jeśli dotyczy.
  - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
  - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
  - 7) Niepotrzebne skreślić.
  - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
  - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
12. 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- \*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;
  - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;
  - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.
- \*\*\*) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.
- \*\*\*) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.

**UWAGA: wszystkie koszty podane w audycie liczone są w cenach brutto**

- <sup>1)</sup> dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- <sup>2)</sup> U<sub>OZE</sub> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym wydania świadectw jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- <sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- <sup>4)</sup> stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

### **3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

#### **Wykaz dokumentów i danych źródłowych**

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna obiektu
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 7.0

#### **Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora**

- Zmniejszenie nadmiernych strat ciepła przez przegrody zewnętrzne

#### **Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

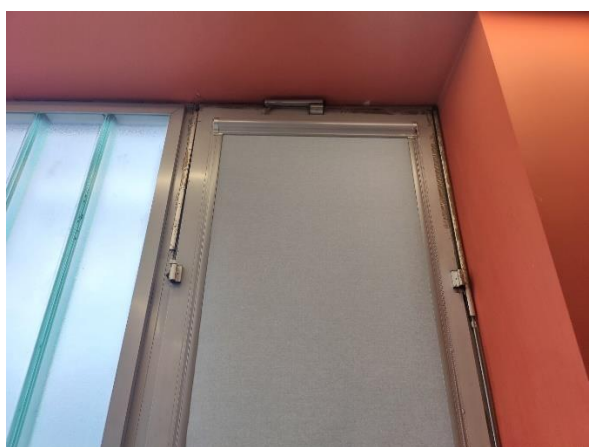
## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

- a) **Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu**

Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej. Analizowany budynek jest 2 kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Ściany zewnętrzne żelbetowe, ocieplone. Dach konstrukcji żelbetowej. Okna zewnętrzne w dobrym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła w budynku jest kotłownia gazowa.










## b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku

### KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

SYMBOL	OPIS
SZ1	Ściana zewnętrzna piwnic
<b>PRODUCENT</b>	
<b>TYP</b>	 Ściana zewnętrzna
<b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b>	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2
ŻELBET	Żelbet.	0,4000	1,700	2500	0,840	0,235	24,0	13333,0
XPS 500	Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość	0,0500	0,035	60	0,750	1,429	1,6	111,1
XPS 500	Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość	0,0500	0,035	60	0,750	1,429	1,6	111,1

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,130 m<sup>2</sup>K/W


OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,510 m

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 3,275 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U 0,305 W/m<sup>2</sup>K**

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZPG1

<b>SYMBOL</b>	<b>OPIS</b>
SZPG1	Ściana zewnętrzna przy gruncie 51,0 cm
<b>PRODUCENT</b>	
<b>TYP</b>	 Ściana zewnętrzna
<b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b>	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2
ŻELBET	Żelbet.	0,4000	1,700	2500	0,840	0,235	24,0	13333,0
XPS 500	Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość	0,0500	0,035	60	0,750	1,429	1,6	111,1
XPS 500	Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość	0,0500	0,035	60	0,750	1,429	1,6	111,1


RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R<sub>0</sub> 1,455 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,510 m

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 4,559 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U 0,219 W/m<sup>2</sup>K**

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2

<b>SYMBOL</b>	<b>OPIS</b>
SZ2	Ściana zewnętrzna 47,0 cm
<b>PRODUCENT</b>	
<b>TYP</b>	 Ściana zewnętrzna
<b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b>	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
PORO 44 P	Mur z cegły Porotherm 44 Profil. (Pustak	0,4400		1300	0,840	3,170		
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,130 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,470 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 3,377 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U 0,296 W/m<sup>2</sup>K**

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY PGP1

**SYMBOL** OPIS

PGP1 Podłoga w piwnicy 56,5 cm

**PRODUCENT**

**TYP**  Podłoga w piwnicy

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
CERAMIKA	Płyty okładzinowe ceramiczne, terakota.	0,0150	1,050	2000	0,840	0,014	2,9	60,0
ŻELBET	Żelbet.	0,1500	1,700	2500	0,840	0,088	24,0	5000,0
BET-CHUDY	Podkład z betonu chudego.	0,1000	1,050	1900	0,840	0,095	14,4	2000,0
PIASEK-ŚR	Piasek średni.	0,3000	0,400	1650	0,840	0,750	2,4	1000,0

RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R<sub>e</sub> 2,047 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,565 m

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 2,995 m<sup>2</sup>K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,334 W/m<sup>2</sup>K

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY PG1

**SYMBOL** OPIS

PG1 Podłoga na gruncie 55,0 cm

**PRODUCENT**

**TYP**  Podłoga na gruncie

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
ŻELBET	Żelbet.	0,1500	1,700	2500	0,840	0,088	24,0	5000,0
BET-CHUDY	Podkład z betonu chudego.	0,1000	1,050	1900	0,840	0,095	14,4	2000,0
PIASEK-ŚR	Piasek średni.	0,3000	0,400	1650	0,840	0,750	2,4	1000,0

RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R<sub>e</sub> 1,515 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,550 m

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 2,449 m<sup>2</sup>K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,408 W/m<sup>2</sup>K



## KONSTRUKCJA PRZEGRODY D1

SYMBOL	OPIS
--------	------

D1 Dach części biurowej

PRODUCENT

TYP  Dach

WARUNKI WILGOTNOŚCI Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0200	0,180	1000	1,460	0,000	2500 0,0	0,0
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0300	1,000	2000	0,840	0,000	16,0	0,0
ŻELBET	Żelbet.	0,0500	1,700	2500	0,840	0,000	24,0	0,0

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m<sup>2</sup>K/W Skorygowana suma oporów m<sup>2</sup>K/W

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0200	0,180	1000	1,460	0,111	2500 0,0	694444,0
STYRO-BET9	Styropianobeton - gęstość 900 kg/m <sup>3</sup> .	0,2500	0,350	900	0,840	0,714	3,2	1111,1
STYROPIANS	Styropian ułożony szczelnie.	0,2000	0,040	30	1,460	5,000	60,0	16667,0
ŻELBET	Żelbet.	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	24,0	6666,7
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,100 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,680 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 6,095 m<sup>2</sup>K/W


Współczynnik przenikania ciepła U 0,164 W/m<sup>2</sup>K

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY D2

SYMBOL	OPIS
--------	------

D2 Dach części magazynowo-kontrolnej

PRODUCENT

TYP  Dach

WARUNKI WILGOTNOŚCI Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0200	0,180	1000	1,460		2500 0,0	
TYNK-CEM	Tynk lub gładź cementowa.	0,0300	1,000	2000	0,840		16,0	
ŻELBET	Żelbet.	0,0500	1,700	2500	0,840		24,0	

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m<sup>2</sup>K/W Skorygowana suma oporów m<sup>2</sup>K/W

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> kJ/(kgK)	R m <sup>2</sup> K/W	μ	Z m <sup>2</sup> hPa/g
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0200	0,180	1000	1,460	0,111	2500 0,0	694444,0
WELNA-PL-S	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,2000	0,042	130	0,750	4,762	1,5	416,7
ŻELBET	Żelbet.	0,2650	1,700	2500	0,840	0,156	24,0	8833,3
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0100	0,820	1850	0,840	0,012	16,0	222,2

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,100 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ g 0,495 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,181 m<sup>2</sup>K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,193 W/m<sup>2</sup>K

Maksymalne dopuszczalne współczynniki  $U_{\max}$  [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,300

Przegrody zewnętrzne nie spełniają wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

### c) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien i drzwi zewnętrznych jako dobry. Aktualnie żadne okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

### d) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – gaz ziemny, <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – kocioł gazowy kondensacyjny, <math>\eta_{H,g}</math></i>	0,98
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, <math>\eta_{H,d}</math></i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, <math>\eta_{H,e}</math></i>	0,82
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{H,s}</math></i>	1,00
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{H,tot}</math></b>	0,72

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne wodne z kotła gazowego
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	płytowe
6.	Oslonięcie grzejników	Brak
7.	Zawory grzejnikowe	Zamontowane
8.	Zawory podpionowe	Zamontowane
9.	Odpowietrzenie instalacji	Zamontowane
10.	Naczynie wzbiorcze	Zamontowane
11.	Zabezpieczenie instalacji	Brak
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24

### e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	ciepła woda użytkowa realizowana centralnie z kotła gazowego
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	Przewody zaizolowane w częściach nieogrzewanych

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, gaz ziemny <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, kocioł gazowy kondensacyjny, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,88
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, centralne przygotowanie <math>\eta_{w,d}</math></i>	0,60
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, <math>\eta_{w,e}</math></i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, <math>\eta_{w,s}</math></i>	0,85
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{w,tot}</math></b>	<b>0,45</b>

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	$V_{wi}$	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	1,4
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$m^2$	3 459
Ciepło właściwe wody	$c_w$	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
Gęstość wody	$\rho_w$	$kg/dm^3$	1,00
Temperatura ciepłej wody	$\theta_w$	$^{\circ}C$	55
Temperatura zimnej wody	$\theta_o$	$^{\circ}C$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	1,0
Liczba dni w roku	$t_R$	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,45
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_w = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/GJ	16 200,70 / 58,32	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_w / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ	36 097,80 / 129,95	

Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	Wartość
Sposób przygotowania ciepłej wody	-	-	Indywidualnie
Średni czas użytkowania w ciągu doby	$t_h$	godzina	8
Współczynnik jednoczesności rozbioru	$N_h$	-	1,00
Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw} = V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	$dm^3/rok$	1 484 741,0	
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw} = Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	MW	0,015	

#### f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest kocioł gazowy, zlokalizowany w budynku.

### g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna / mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylującego m <sup>3</sup> /h	11 414,7

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach oraz mechanicznie za pomocą systemu wentylacji.

Sprawności składowe systemu chłodzenia	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – energia elektryczna, <math>w_i</math></i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika chłodu z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – system bezpośredni – System VRV,</i>	4,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytwarzania chłodu w źródle – instalacja wody lodowej przy odbiornikach, <math>\eta_{c,e}</math></i>	0,92
<i>Średnia sezonowa sprawność dystrybucji chłodu – chłodzenie bezpośrednie, <math>\eta_{c,d}</math></i>	0,95
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{c,s}</math></i>	1,00
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{c,tot}</math></b>	3,58

### h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Stan przewodów kominowych dobry.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne	brak zmian
2.	Okna zewnętrzne	brak zmian
3.	Drzwi zewnętrzne	brak zmian
4.	System grzewczy	brak zmian
5.	Instalacja c.w.u.	brak zmian
6.	Wentylacja	Modernizacja systemu

## 6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji

### Ocena opłacalności modernizacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją wraz z systemem klimatyzacji

WARIANT: Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej, zapewniającego redukcję energii potrzebnej do ogrzania powietrza wentylacyjnego. Proponuje się wentylację z rekuperatorem – centralą wentylacyjną zbudowaną z dwóch wentylatorów – wywiewnego i nawiewnego oraz wymiennikiem ciepła, w którym powietrze dopływające do wnętrza pomieszczenia ogrzewa się od cieplejszego powietrza wywiewanego. Wewnątrz centrali znajdują się specjalne filtry, zatrzymujące pył i zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.

Zasada działania polega na zasysaniu świeżego powietrza z zewnątrz kanałem do centrali wentylacyjnej, a z niej siecią kanałów do wszystkich pomieszczeń. W pomieszczeniach są zamontowane również kratki wywiewne, którymi zanieczyszczone powietrze jest wysysane do sieci kanałów wywiewnych i dopływa z powrotem do centrali wentylacyjnej, a z niej wspólnym kanałem jest usuwane poza obiekt przez wyrzutnię. Dodatkowo założono montaż systemu chłodzenia w budynku.

Zastosowanie wentylacji nawiewno – wywiewne z odzyskiem ciepła ma duże znaczenie ze względu na jakość powietrza, a także ogranicza straty ciepła poprzez wentylację. Założono odzysk ciepła w wysokości 55%.

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
modernizacja wentylacji mechanicznej	1	2 000 000,00	2 000 000,00

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,156	0,156
2.	Roczne zapotrzebowanie na chłodzenie /ciepło na potrzeby wentylacji mechanicznej w budynku bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	680,04	680,04
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na chłodzenie /ciepło na potrzeby wentylacji mechanicznej w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]	944,50	613,93
4.	Roczny koszt systemu wentylacji w sezonie standardowym [zł/rok]	66115,00	42975,10
5.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	23 139,90
6.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>2 000 000,00</b>
7.	SPBT [lata]		<b>86,43</b>



**7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej, wykonanie wentylacji z odzyskiem ciepła (rekuperacją) oraz systemem chłodzenia	2 000 000,00	86,43

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny
		1
1.	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej, wykonanie wentylacji z odzyskiem ciepła (rekuperacją) oraz systemem chłodzenia	x

**Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów**

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	2 000 000,00

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	$\eta$	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
<b>1.</b>	<b>0,140</b>	<b>680,04</b>	<b>0,72</b>	<b>1</b>	<b>613,93</b>	<b>42975,10</b>	<b>0,015</b>	<b>129,95</b>	<b>9096,50</b>	<b>330,57</b>	<b>23139,90</b>	<b>30,77</b>
stan istniejący	0,156	680,04	0,72	1	944,50	66115,00	0,015	129,95	9096,50	-	-	-

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjny	Koszty całkowite brutto [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	<b>2 000 000,00</b>	<b>23139,90</b>	<b>30,77</b>	-

## **8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji**

**Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej** – modernizacja polegająca na przebudowie systemu wentylacji, wykonanie odzysku ciepła w wysokości 55% wraz z systemem chłodzenia

Dodatkowe prace, ujęte w audycie efektywności energetycznej, stanowiącym załącznik nr 1 do audytu energetycznego:

**Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne** – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia

**Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii** - założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynku, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

**Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS)** - założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

## Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar [m <sup>2</sup> / szt./kpl.]	Cena jednostkowa [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej, wykonanie wentylacji z odzyskiem ciepła (rekuperacją) oraz systemem chłodzenia	1	2 000 000,00	2 000 000,00
2	Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii	1	329 000,00	329 000,00
3	Wymiana oświetlenia na energooszczędne, budowa systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	2 000 000,00	2 000 000,00
<b>SUMA [zł brutto]</b>				<b>4 329 000,00</b>

### Podstawa wyceny:

Ceny jednostkowe określono na podstawie średnich cen rynkowych za materiały oraz robociznę z uwzględnieniem dynamicznych zmian rynku, tzn. ceny powiększono o około 25%.

### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł netto]	4 329 000,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	55936,28
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	77,39

## Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o program „Poprawa jakości powietrza, Część 2) KAWKA - Likwidacja niskiej emisji wspierająca wzrost efektywności energetycznej i rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii”

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte z godnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

Emisja – gaz ziemny	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	55,82
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	-
Wielkość emisji SO <sub>2</sub> [g/GJ]	0,5
Wielkość emisji NO <sub>x</sub> [g/GJ]	50,0

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny		
		[Mg/rok]	[%]	
PM 10	0,00047225	0,000378	0,00	<b>17,58</b>
PM 2,5	0,00047225	0,000378	0,00	<b>17,58</b>
CO <sub>2</sub>	52,72199	42,177592	10,54	<b>17,58</b>
B(a)P	-	-	-	-
SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	0,00047225	0,000378	<b>17,58</b>
NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	0,047225	0,037780	<b>17,58</b>

### Uzyskana oszczędność energii w ramach realizacji projektu

	Przed termomodernizacją [GJ/rok]	Po termomodernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	944,5	613,93	330,57
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	129,95	129,95	0
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	432,41	277,59	154,82

#### Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z kotłowni gazowej  $w_i = 1,1$
- dla energii elektrycznej  $w_i = 2,5$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 944,5 * 1,1 + 129,95 * 1,1 + 432,41 * 2,5 = 2\,262,92 \text{ GJ/rok}$$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 613,93 * 1,1 + 129,95 * 1,1 + 277,59 * 2,5 = 1\,538,23 \text{ GJ/rok}$$

#### Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$2\,262,92 - 1\,538,23 = 724,69 \text{ GJ/rok} = 201\,302,8 \text{ kWh/rok} = 201,3 \text{ MWh/rok} = \mathbf{32,02\%}$$

ZAŁĄCZNIK NR 1

## AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ WYMIANA OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE

Budynku użyteczności publicznej – budynku Oddziału  
Celnego LUCS w Tomaszowie Lubelskim



Adres budynków:

ul. Łaszczowiecka 12C  
22-600 Tomaszów Lubelski

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak



## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	2012
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Lublinie	1.4 Adres budynku	ul. Łaszczowiecka 12C 22-600 Tomaszów Lubelski
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 01.12.2023 r.	
SPIS TREŚCI:			

## SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia.....	30
2. Karta audytu oświetlenia budynku.....	32
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	33
Dokumentacja projektowa.....	33
Inne dokumenty .....	33
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora .....	33
4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	34
Montaż paneli fotowoltaicznych .....	34
Wymiana oświetlenia na energooszczędne .....	37
5. Podsumowanie .....	38

## 2. Karta audytu oświetlenia budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OŚWIETLENIA BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnica	2 + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11 414,7	11 414,7
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	3 459,0	3 459,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
7.	Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,33	0,33
8.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
9.	Oświetlenie wewnętrzne	światłótkowe	energooszczędne
10.	Ilość źródeł światła	-	-
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Instalacja elektryczna oświetlenie [kW]	48,05	35,97
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [kWh/rok]	120113,38	77107,16
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [GJ/rok]	432,41	277,59
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]	0,65	0,65
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU			
Planowana suma kredytu [zł]	1979650,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	35,80
Planowane koszty całkowite	2329000,00	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	32 796,38

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

#### **Dokumentacja projektowa**

- Inwentaryzacja własna obiektu

#### **Inne dokumenty**

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii – Dz.U. nr 27, poz. 962
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny energii elektrycznej

#### **Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora**

- zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, a tym samym kosztów oświetlenia wbudowanego
- montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku
- montaż systemu BMS

## 4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

### Montaż paneli fotowoltaicznych

Panele fotowoltaiczne zamieniają energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Uzyskaną energię elektryczną można zużywać na bieżąco albo sprzedawać – w zależności od rodzaju instalacji. Panele zapewniają ponad 25 lat bezobsługowej pracy, wytwarzając każdego dnia prąd. W skład systemu wchodzi paneli fotowoltaicznych, odbiornik generowanej energii oraz urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Zasada działania ogniw opiera się na fotonach (minimalnych jednostkach światła), które padają na ogniwo fotowoltaiczne i są pochłaniane przez krzem, jednocześnie wybijając elektron ze swojej pozycji i „zmuszając” go do ruchu. Opisany ruch to przepływ prądu elektrycznego. Dzięki zastosowaniu odpowiednich złączy półprzewodnikowych możliwe jest połączenie tego procesu z obiegiem elektronów w sieci energetycznej. Ogniwa fotowoltaiczne zamieniają energię słoneczną w energię elektryczną.

Panele dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, który przy wykorzystaniu inwertera zostaje przekształcony na prąd zmienny o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

Założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynków, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

Wymiary paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem odległości pomiędzy nimi wynoszą około 1 721 mm x 1016 mm = 1,75 m<sup>2</sup>/szt.

50 szt. paneli fotowoltaicznych zajmie powierzchnię 87,5m<sup>2</sup>, do tego należy dodać niezbędne dojścia do poszczególnych paneli.

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej policzono za pomocą poniższego wzoru:

$$E_{rzeczywista} [kWh] = \frac{\text{Nasłonecznienie} \left[ \frac{kWh}{m^2} \right] \cdot \text{wspKor} \cdot \text{moc modułów [kW]} \cdot WW}{\text{Nat. prom (STC)} 1 \left[ \frac{kW}{m^2} \right]}$$

**Nasłonecznienie** – nasłonecznienie na powierzchnię poziomą, odczytane z map nasłonecznienia, wynosi 1100 kWh/m<sup>2</sup>



**wspKor** – współczynnik korekcyjny, pozwalający na przeliczenie danych o nasłonecznieniu na pochyloną powierzchnię modułów fotowoltaicznych z danych o nasłonecznieniu, przyjęto 1,0

**moc modułów** – moc nominalna generatora PV wyznaczona w warunkach STC, przyjęto 17,5 kWp

**Nat. prom. (STC)** – natężenie promieniowania słonecznego, przy którym testowane są moduły fotowoltaiczne 1 100 W/m<sup>2</sup> (1,0 kW/m<sup>2</sup>)

**WW** – współczynnik wydajności, wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej, obliczany jako 100% - poziom wszystkich strat. Wydajność przyjęto na poziomie 38,70%

$$E = \frac{1100 \cdot 1,0 \cdot 17,5 \cdot 0,387}{1} = 7\,449,8 \text{ kWh}$$

Lp.	Opis wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Energia elektryczna uzyskana z paneli fotowoltaicznych [kW]	-	17,5
2.	Opłata za 1kWh energii elektrycznej	0,65	0,65
3.	Roczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych [kWh/rok]	-	7 449,8
4.	<b>Roczna oszczędność kosztów [zł]</b>	-	<b>4 842,34</b>

Koszt montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku: 329 000 zł brutto.

W obiekcie założono także montaż systemu zarządzania energią - **BMS**. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii elektrycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku.

W przypadku oświetlenia dotyczy ono wykonania szeregu czujników, wykrywających obecność pracownika w miejscu pracy oraz natężenie światła i możliwość wykorzystania światła dziennego w oświetleniu pomieszczeń.

System powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

W ramach modernizacji założono również wymianę systemu oświetlenia na energooszczędne. Zakłada się całkowitą modernizację oświetlenia w budynku – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia w obiekcie. Natężenie oświetlenia po termomodernizacji należy dostosować do aktualnie obowiązujących norm dla budynków użyteczności publicznej z maksymalnym wykorzystaniem światła dziennego. Przed modernizacją systemu oświetlenia zaleca się wykonanie pomiarów natężenia oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach z dostosowaniem systemu do warunków i usytuowania stanowisk pracy.

## Wymiana oświetlenia na energooszczędne

W budynku założono wymianę całego oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne. Obecnie zamontowane oświetlenie świetlówkowe.



Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	48,05	35,97
2.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia $F_c$	1	0,95
3.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia $t_D$ [h]	1000	1000
4.	Czas użytkowania oświetlenia w nocy, $t_N$ [h]	1500	1500
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, $F_o$	1	0,95
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, $F_D$	1	0,95
7.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	120113,38	77107,16
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	78073,70	50119,66
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		43006,22
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		27954,04
11.	<b>Koszt usprawnienia [zł brutto]*</b>	-	<b>2 000 000,00</b>
12.	<b>SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji</b>	-	<b>71,56</b>



\*w koszt usprawnienia wliczono koszt opraw i źródeł światła, wykonania niezbędnych prac dodatkowych, związanych z wymianą elektryki w celu wymiany opraw i źródeł światła.

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na moc elektryczną, kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 7 lat.

Oszczędność energii końcowej (zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową z sieci) wynosi **35,80%**.

## 5. Podsumowanie

W audycie efektywności energetycznej założono następujące usprawnienia:

- wymiana oświetlenia budynku na energooszczędne wraz z wymianą elektryki w niezbędnym zakresie oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS) – **2 000 000,00 zł**
- montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii - **329 000,00 zł**

Całkowity koszt przedsięwzięcia wynosi 2 329 000,00 zł. Uzyskana oszczędność kosztów wynosi 32 796,38 zł.

Przed montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku należy wykonać ekspertyzę techniczną, dotyczącą możliwości obciążenia dachu instalacją i ew. wzmocnić konstrukcję przed montażem paneli. Usytuowanie paneli na dachu określa Wykonawca, biorąc pod uwagę możliwości techniczne oraz ułożenie kominów i innych elementów dachu. Zaleca się montaż paneli od strony południowo-wschodniej, południowej i południowo-zachodniej.

**UWAGA: z uwagi na dofinansowanie projektu oraz brak możliwości odsprzedaży energii elektrycznej do sieci, należy założyć wykonanie tzw. blokera wypływu energii do sieci.**