

## AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – budynku Oddziału  
Celnego w Ełku



Dane budynku:

ul. Krzemowa 1  
19-300 Ełk

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	1960 r.
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Olsztynie	1.4 Adres budynku	ul. Krzemowa 1 19-300 Ełk
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			
mgr inż. Igor Kwiatkowski, PESEL: 89042813351, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 27.11.2023 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) Konstrukcja okien i drzwi .....	13
c) Charakterystyka systemu grzewczego .....	14
d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej .....	15
e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku .....	16
f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie) .....	16
g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych .....	16
h) Zużycie ciepła za ostatni okres rozliczeniowy .....	17
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	18
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....	19
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie. ....	20
Wariant modernizacji instalacji c.o. ....	26
Ocena opłacalności modernizacji systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją wraz z systemem klimatyzacji .....	27
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami .....	28
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	29
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji .....	31
Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego .....	33

## 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> ]	3 384,0	3 384,0
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	1 128,0	1 128,0
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	1 128,0	1 128,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	51	51
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo	miejscowo
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,32	0,32
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
1.	Ściany zewnętrzne		
1.1	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic	2,696	0,200
1.2	SZ2 – ściana zewnętrzna	1,712	0,196
1.3	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	1,112	0,185
2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	STP1 – stropodach wentylowany	1,271	0,141

<b>3.</b>	<b>Strop nad piwnicą</b>		
3.1	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych</b>		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,371	0,371
<b>5.</b>	<b>Okna, drzwi balkonowe</b>		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	2,000	0,900
<b>6.</b>	<b>Drzwi zewnętrzne/ bramy</b>		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
<b>7.</b>	<b>Inne</b>		
7.1	-	-	-
<b>3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓŁCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	3,30
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,90
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
<b>4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
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	naturalna grawitacyjna/ mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi	okna/drzwi/ kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	3 384,0	2 368,8
4.	Liczba wymian [l/h]	1	0,7
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	129,0	73,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,0	3,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	622,86	221,83
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	889,80	66,47
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	29,13	29,13
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]		-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	153,38	54,63
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	219,12	16,37
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-



7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	225,97	225,97
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m³ ciepłej wody użytkowej [zł/m³]	14,30	14,30
4.	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m² powierzchni użytkowej [zł/m² m-c]	29,71	4,14
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m²·rok)]	219,12	16,37
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m²·rok)]	241,03	20,46
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	89,60	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	823,33	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	19,66	
6.	Uniknięta emisja CO2 [t CO2/rok]	59,4	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	186 047,88	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-	
8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		7213540,00	8872654,2
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		300000,00	369000,00

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 [%]	4,16
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE	NIE
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
9. GRANT TERMOMODERNIZACJNY		
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: <del>TAK</del> /NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3	
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 <del>ZOSTANIE</del> / 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 <del>STANOWI</del> / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
11.	Z audytu energetycznego WYNIKA / <del>NIE WYNIKA</del> , 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	



- 1)  $U_{OZE}$  [%] 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 netto**

- <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>  $U_{OZE}$  [%] 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, podpiwniczony. Ściany zewnętrzne murowane z cegły, nieocieplone. Stropodach wentylowany konstrukcji żelbetowej. Pełna analiza przegród zewnętrznych stanowi załącznik nr 1 do opracowania. Okna zewnętrzne w niezadowalającym stanie technicznym – z uwagi na ich wiek wykazują nieszczelność, nie spełniają obecnie obowiązujących norm. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła w budynku jest kocioł na gaz płynny, ciepła woda realizowana z podgrzewaczy elektrycznych, znajdujących się tuż przy punktach poboru. Instalacja grzewcza stalowa, grzejniki żeliwne żeberkowe z zamontowanymi zaworami.







Maksymalne dopuszczalne współczynniki  $U_{\max}$  [ $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ] 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

Obecne współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych analizowanego budynku wyglądają następująco:

Lp.	Przegroda	Współczynnik przenikania ciepła obecnie	Współczynnik przenikania ciepła wymagany
1.	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic	2,696	0,200
2.	SZ2 – ściana zewnętrzna	1,712	0,200
3.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	1,112	0,200
4.	STP1 – stropodach wentylowany	1,271	0,150
5.	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,371	0,300
6.	OK1 – okna zewnętrzne	2,000	0,900
7.	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	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).

## b) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien i drzwi zewnętrznych jako niewystarczający. 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). Założono wymianę okien i drzwi zewnętrznych.

### c) 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>	0,95
<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>	<b>0,70</b>

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne z kotłowni gazowej
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	Żeliwne żeberkowe
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



#### d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	Ciepła woda użytkowa realizowana miejscowo z podgrzewaczy elektrycznych
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	Brak centralnej instalacji ciepłej wody w budynku

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	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 ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, elektryczny podgrzewacz akumulacyjny, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,96
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, miejscowe przygotowanie <math>\eta_{w,d}</math></i>	0,80
<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>	0,65

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	$V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,35
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$\text{m}^2$	1 128,0
Ciepło właściwe wody	$c_w$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4,19
Gęstość wody	$\rho_w$	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,00
Temperatura ciepłej wody	$\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura zimnej wody	$\theta_o$	$^{\circ}\text{C}$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	1,0
Liczba dni w roku	$t_R$	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,65
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_W = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	5 283,10 / 19,02	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_W / \eta_{cw, tot}$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	8 093,00 / 29,13	

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 $V_{cw}=V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	$dm^3/rok$		484 182,7
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		0,003

#### e) Charakterystyka techniczna wężła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest kotłownia, zlokalizowana w budynku.

#### f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego $m^3/h$	3 384,0

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach.

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

Stan przewodów kominowych dobry.

## h) Zużycie ciepła za ostatni okres rozliczeniowy

Koszty za energię ciepłą (gaz płynny - propan) w ostatnim okresie rozliczeniowym (12 miesięcy) wynoszą następująco:

Zużycie [l]	Koszt [zł]
23 843	54 045,86
<b>23 843</b>	<b>54 045,86</b>

Średnio 1 litr propanu to 0,254 m<sup>3</sup> ciepło właściwe spalania 1m<sup>3</sup> gazu wynosi 39,5 MW, co oznacza, że z 1m<sup>3</sup> gazu można uzyskać 10,97 kWh energii.

Zużycie roczne: 26 056,12 m<sup>3</sup> gazu = 66 435,7 kWh \* 0,0036 = 239,17 GJ/rok

Koszt wytworzenia 1GJ energii cieplnej wynosi **225,97 zł (54 045,86 zł/ 239,17 GJ) brutto/GJ.**

## 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	Ocieplenie przegród zewnętrznych
2.	Okna zewnętrzne	Wymiana okien
3.	Drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi
4.	System grzewczy	Modernizacja instalacji
5.	Instalacja c.w.u.	Brak zmian
6.	Wentylacja	Modernizacja instalacji

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

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 22°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień\*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni $S_d$ :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:		Mikołajki	
obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ :		20°C	
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	$S_d$
Styczeń	-3,9	31	741
Luty	-2,3	28	624
Marzec	3,0	31	527
Kwiecień	5,1	30	447
Maj	13,6	5	32
Czerwiec	15,5	0	0
Lipiec	17,4	0	0
Sierpień	16,5	0	0
Wrzesień	10,7	5	47
Październik	8,3	31	363
Listopad	2,7	30	519
Grudzień	-1,0	31	651
		$S_d =$	<b>3 951</b>

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

1) SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic

Przegroda nr 1			Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A= 61,9 m <sup>2</sup>			
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> = 61,9 m <sup>2</sup>			
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> = 20 °C			
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> = -22 °C			
	Liczba stopniodni dla przegrody			S <sub>d</sub> = 3 951 dzień *K/rok			
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament		
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c	
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c	
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				2,696		W/m²K	
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				Styropian			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031		W/m*K	
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o				10,0		cm	
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				12,0		cm	
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				14,0		cm	
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o				16,0		cm	
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m²·K/W	0,371	3,601	4,241	4,891	5,531
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	58,2	6,0	5,1	4,4	3,9
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0070	0,0007	0,0006	0,0005	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	3 654 zł	3 717 zł	3 767 zł	3 798 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		794,4	818,2	900,0	990,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł		49 173 zł	50 647 zł	55 710 zł	61 281 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata		4,17	4,22	4,58	5,00
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²·K)	2,696	0,278	0,236	0,200	0,181

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,250$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji. Dodatkowo założono wykonanie izolacji przeciwwilgociowej.**



## 2) SZ2 – ściana zewnętrzna

Przegroda nr 2			Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	381,4	m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A <sub>o</sub> =	381,4	m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T <sub>wo</sub> =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T <sub>zo</sub> =	-22	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S <sub>d</sub> =	3 951	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					1,712		W/m <sup>2</sup> K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					styropian		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,031		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					10,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					12,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					14,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					16,0		cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,584	3,814	4,454	5,104	5,744
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	227,8	34,9	29,9	26,1	23,2
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0274	0,0042	0,0036	0,0031	0,0028
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	13 503 zł	13 853 zł	14 120 zł	14 319 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>		706,1	727,3	800,0	880,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł		269 307 zł	277 392 zł	305 120 zł	335 632 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata		6,18	6,20	6,69	7,26
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,712	0,262	0,225	0,196	0,174

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,250$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji.**

### 3) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przegroda nr 3			Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	104,4	m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A <sub>o</sub> =	104,4	m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T <sub>wo</sub> =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T <sub>zo</sub> =	-22	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S <sub>d</sub> =	3 951	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					1,112		W/m²K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					styropian		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,031		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					10,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					12,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					14,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					16,0		cm
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m²·K/W	0,899	4,129	4,769	5,419	6,059
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	40,5	8,8	7,6	6,7	6,0
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0049	0,0011	0,0009	0,0008	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	2 219 zł	2 303 zł	2 367 zł	2 412 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		794,4	818,2	900,0	990,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł		82 935 zł	85 420 zł	93 960 zł	103 356 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata		11,58	11,49	12,30	13,26
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²·K)	1,112	0,242	0,210	0,185	0,165

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,250$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji. Dodatkowo założono wykonanie izolacji przeciwwilgociowej.**

#### 4) STP1 – stropodach wentylowany

Przegroda nr 4			Nazwa:		Stropodach wentylowany		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	307,5	m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A <sub>o</sub> =	307,5	m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T <sub>wo</sub> =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T <sub>zo</sub> =	-22	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S <sub>d</sub> =	3 951	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne			Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:					1,271		W/m²K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem					Granulat wełny mineralnej		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =					0,035		W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o					18,0		cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o					20,0		cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o					22,0		cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o					24,0		cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	20,0	22,0	24,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	5,14	5,71	6,29	6,86
3	opór cieplny przegrody R	m²·K/W	0,787	5,927	6,497	7,077	7,647
4	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	136,3	18,1	16,5	15,2	14,0
5	q <sub>0u</sub> ,q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0164	0,0022	0,0020	0,0018	0,0017
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	8 274 zł	8 386 zł	8 478 zł	8 558 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m²		816,6	841,1	900,0	963,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł		251 105 zł	258 638 zł	276 750 zł	296 123 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata		9,40	9,55	10,11	10,72
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m²·K)	1,271	0,169	0,154	0,141	0,131

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** 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). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,250$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji.**

# 5) OK1 – okna zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego				V <sub>nom</sub> =	66,0	m³/h
	Współczynnik U				U =	2,0	W/m²K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T <sub>wo</sub> =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T <sub>zo</sub> =	-22	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody				Sd =	3 951	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe				Opłaty zmienne		Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U <sub>ok</sub>	0,9 W/m²K
Wariant 2:						U <sub>ok</sub>	0,8 W/m²K
Wariant 3:						U <sub>ok</sub>	0,7 W/m²K
Lp.	Opis /wyszczególnienie		Jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		m²		221,6		
2	Współczynnik przenikania		W/(m²*K)	2,0	0,9	0,8	0,7
3	Współczynniki korekcyjne	C <sub>r</sub>	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C <sub>m</sub>	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		C <sub>w</sub>	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A <sub>ok</sub> *U		GJ/a	154,6	69,6	61,8	54,1
5	2.94*10 <sup>-5</sup> *c <sub>r</sub> *c <sub>w</sub> *V <sub>nom</sub> *Sd		GJ/a	8,6	7,8	7,8	7,8
6	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = poz.4 + poz.5		GJ/a	163,2	77,4	69,6	61,9
7	10 <sup>-6</sup> *A <sub>ok</sub> *(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )*U		MW	0,0186	0,0084	0,0074	0,0065
8	3,4*10 <sup>-7</sup> *c <sub>m</sub> *V <sub>nom</sub> *(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )		MW	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009
9	q <sub>0</sub> ,q <sub>1</sub> = poz 7 + poz. 8		MW	0,0196	0,0093	0,0083	0,0074
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>rok</sub> + ΔQ <sub>rw</sub>		zł/rok		19 388	21 151	22 891
11	Cena jednostkowa wym.okien*		zł/m²		2500,00	2700,00	2900,00
12	Koszt wymiany okien N <sub>ok</sub>		zł		554 000 zł	598 320 zł	642 640 zł
13	SPBT=(N <sub>ok</sub> +N <sub>w</sub> )/Σ(ΔQ <sub>rok</sub> + ΔQ <sub>rw</sub> )		-		27,57	28,29	28,37

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** 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). o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,9 W/m^2 \cdot K$

## 6) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V <sub>nom</sub> =	66,0	m³/h
	Współczynnik U			U =	2,5	W/m²K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> =	-22	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 951	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b0</sub> = 0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00	zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	225,97	zł/GJ	A <sub>b1</sub> = 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:					U <sub>drz</sub>	1,3 W/m²K
Wariant 2:					U <sub>drz</sub>	1,2 W/m²K
Wariant 3:					U <sub>drz</sub>	1,1 W/m²K
Lp	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty	
					1	2 3
1	Powierzchnia drzwi		m²		14,0	
2	Współczynnik przenikania		W/(m²*K)	2,5	1,3	1,2 1,1
3	Współczynniki	C <sub>r</sub>	-	1,1	1,0	1,0 1,0
	korekcyjne	C <sub>m</sub>	-	1,1	1,0	1,0 1,0
4	8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A <sub>drz</sub> *U		GJ/a	12,2	6,3	5,9 5,4
5	2.94*10 <sup>-5</sup> *c <sub>r</sub> *c <sub>m</sub> *V <sub>nom</sub> *S <sub>d</sub>		GJ/a	9,5	7,8	7,8 7,8
6	Q <sub>0u</sub> ,Q <sub>1u</sub> = poz.4 + poz.5		GJ/a	21,7	14,1	13,7 13,2
7	10 <sup>-6</sup> *A <sub>drz</sub> *(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )*U		MW	0,0015	0,0008	0,0007 0,0006
8	3,4*10 <sup>-7</sup> *c <sub>m</sub> *V <sub>nom</sub> *(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )		MW	0,0010	0,0009	0,0009 0,0009
9	q <sub>0</sub> ,q <sub>1</sub> = poz 7 + poz. 8		MW	0,0025	0,0017	0,0016 0,0015
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>rok</sub> + ΔQ <sub>rw</sub>		zł/rok		532	560 595
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		zł/m²		2000	2200 2400
12	Koszt wymiany drzwi N <sub>drz</sub>		zł		28 000 zł	30 800 zł 33 600 zł
13	SPBT=(N <sub>drz</sub> +N <sub>w</sub> )/Σ(ΔQ <sub>rdz</sub> + ΔQ <sub>rw</sub> )		-		16,31	17,04 17,49

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

## Wariant modernizacji instalacji c.o.

W wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. wymianę grzejników, instalacji oraz montaż automatycznych głowic termostatycznych na grzejnikach. Dodatkowo założono wykonanie automatyki systemu grzewczego, tj. montaż szeregu czujników, pozwalających na sterowanie temperaturą w pomieszczeniu. System grzewczy będzie połączony centralnie z systemem BMS w budynku, co umożliwi pełną automatyzację utrzymania zadanej wewnętrznej temperatury w budynku. Z uwagi na dużą różnorodność systemu i zasad ich działania, dokładne rozwiązania techniczne zostaną określone na etapie realizacji projektu.

Dodatkowo zakłada się wymianę istniejącego źródła ciepła – kotła gazowego na pompę ciepła. Proponuje się wykonanie powietrznej pompy ciepła. Inwestor powinien także rozważyć montaż absorpcyjnej, gazowej pompy ciepła, która w warunkach niekorzystnych działa jak kocioł gazowy. Pozwala to na zmniejszenie kosztów ogrzewania zimą w porównaniu do zwykłej pompy ciepła, wykorzystującej zimą energię elektryczną do wytworzenia ciepła. Decyzja o ostatecznym wyborze urządzenia należy do Inwestora po uzyskaniu opinii projektanta/ wykonawcy robót.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o.	900 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,95	3,30
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,90
Regulacja	0,82	0,90
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,70	2,67

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,129	0,129
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	622,86	622,86
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,70	2,67
4.	Obniżenie nocne	1,00	1,00
5.	Obniżenie tygodniowe	1,00	1,00
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	889,80	186,62
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	201068,11	42 170,52
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	158 897,59
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>900 000,00</b>

Czas zwrotu inwestycji wynosi 5,03 lat



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

WARIANT: wykonanie 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. Założono odzysk ciepła w wysokości 55%. Dodatkowo założono montaż systemu chłodzenia w budynku, połączony z wentylacją mechaniczną.

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
modernizacja wentylacji mechanicznej	1	800 000,00	800 000,00

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,129	0,129
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	622,86	622,86
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	889,80	711,84
4.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	201068,11	160854,48
5.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	40 213,63
6.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>800 000,00</b>
7.	SPBT [lata]		<b>19,89</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.	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	55 710,00	4,58
2.	Modernizacja instalacji c.o.	900 000,00	5,03
3.	SZ2 – ściana zewnętrzna, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	305 120,00	6,69
4.	STP1 – stropodach wentylowany, ocieplenie za pomocą granulatu wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	276 750,00	10,11
5.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	93 960,00	12,30
6.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	28 000,00	16,31
7.	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej	800 000,00	19,89
8.	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	554 000,00	27,57

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny		
		1	2	3
1.	Modernizacja instalacji c.o. Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej	x	x	x
2.	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ SZ2 – ściana zewnętrzna, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ STP1 – stropodach wentylowany, ocieplenie za pomocą granulatu wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x	
3.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x		

### **Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów**

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	3 013 540,00
2.	2 431 540,00
3.	1 700 000,00

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	%
1.	0,073	221,83	2,67	1	66,47	15020,23	0,003	29,13	6582,51	823,33	186047,88	89,60
2.	0,084	298,66	2,67	1	89,49	20222,06	0,003	29,13	6582,51	800,31	180846,05	87,09
3.	0,129	622,86	2,67	1	186,62	42170,52	0,003	29,13	6582,51	703,18	158897,59	76,52
stan istniejący	0,129	622,86	0,70	1	889,80	201068,11	0,003	29,13	6582,51	-	-	-

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjny	Koszty całkowite netto [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	3 013 540,00	186047,88	89,60	-
2	2 431 540,00	180846,05	87,09	-
3	1 700 000,00	158897,59	76,52	-

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

**SZ1** – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**SZ2** – ściana zewnętrzna, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**SZPG1** – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**STP1** – stropodach wentylowany, ocieplenie za pomocą granulatu wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**OK1** – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**DZ1** – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**Modernizacja źródła ciepła, modernizacja instalacji c.o.** – w wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. wymianę grzejników, instalacji oraz montaż automatycznych głowic termostatycznych na grzejnikach. Dodatkowo założono wykonanie automatyki systemu grzewczego, tj. montaż szeregu czujników, pozwalających na sterowanie temperaturą w pomieszczeniu. System grzewczy będzie połączony centralnie z systemem BMS w budynku, co umożliwi pełną automatyzację utrzymania zadanej wewnętrznej temperatury w budynku. Z uwagi na dużą różnorodność systemu i zasad ich działania, dokładne rozwiązania techniczne zostaną określone na etapie realizacji projektu. Dodatkowo zakłada się wymianę istniejącego źródła ciepła – kotła gazowego na pompę ciepła o mocy około 50 kW. Proponuje się wykonanie powietrznej pompy ciepła. **Decyzja o ostatecznym wyborze urządzenia należy do Inwestora po uzyskaniu opinii projektanta/ wykonawcy robót.**

**Modernizacja systemu wentylacji** – wykonanie 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. Założono odzysk ciepła w wysokości 55%. Dodatkowo założono montaż systemu chłodzenia w budynku, połączony z wentylacją mechaniczną.

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	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	61,9	900,00	55 710,00
2	SZ2 – ściana zewnętrzna, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	381,4	800,00	305 120,00
3	Modernizacja instalacji c.o.	1	900 000,00	900 000,00
4	STP1 – stropodach wentylowany, ocieplenie za pomocą granulatu wełny mineralnej o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	307,5	900,00	276 750,00
5	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	104,4	900,00	93 960,00
6	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m <sup>2</sup> ·K	14,0	2 000,00	28 000,00
7	Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej	1	800 000,00	800 000,00
8	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m <sup>2</sup> ·K	221,6	2 500,00	554 000,00
9	Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii	1	500 000,00	500 000,00
10	Budowa systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	50 000,00	50 000,00
11	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	1	750 000,00	700 000,00
<b>SUMA</b>				<b>4 313 540,00</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%.

**Poniżej przedstawiono wykaz robót dodatkowych nie ujętych w obliczeniach audytu, wchodzących w zakres planowanego projektu:**

Lp.	Opis robót uzupełniających	Koszt [zł netto]
1	Malowanie ścian i sufitów	300 000,00
2	Wykonanie infrastruktury związanej z dostępnością budynku dla osób z niepełnosprawnością	500 000,00
3	Izolacja przeciwwilgociowa pozioma i pionowa ścian fundamentowych i posadzki w piwnicy poprzez iniekcję	300 000,00
4	Przebudowa instalacji wodno - kanalizacyjnej w budynku	300 000,00
5	Wykonanie utwardzenia terenu przed budynkiem	500 000,00
6	Przebudowa pomieszczeń biurowych i ciągów komunikacyjnych	800 000,00
7	Zakup wyposażenia (w szczególności mebli)	500 000,00
<b>SUMA:</b>		<b>3 200 000,00 zł</b>

Koszt całkowity projektu (z wliczonym kosztem robót dodatkowych) wynosi 7 513 540,00 zł netto + VAT.

### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł netto]	<b>7 513 540,00</b>
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	<b>251 277,85</b>
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	<b>29,90</b>

## Efekt ekologiczny

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023”

Emisja – gaz ciekły	Wartość
Wielkość emisji CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	63,10

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]		Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
			[Mg/rok]	[%]
CO <sub>2</sub>	76,5	17,1	77,7	<b>86,06</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	889,80	66,47	765,7
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	29,13	29,13	-
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	105,79	15,59	90,2

### Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z kotłowni gazowej  $w_i = 1,1$
- dla ciepła z pompy ciepła  $w_i = 0,0$
- dla energii elektrycznej  $w_i = 2,5$

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

$EP = 367\,914,5 \text{ kWh/rok}$

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

$EP = 60\,298,0 \text{ kWh/rok}$

### Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$307\,616,5 \text{ kWh/rok} = 88,0\%$

ZAŁĄCZNIK NR 1

## AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Budynku użyteczności publicznej – budynku Oddziału  
Celnego w Ełku



Adres budynków:

ul. Krzemowa 1  
19-300 Ełk

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1960 r.
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Olsztynie	1.4 Adres budynku	ul. Krzemowa 1 19-300 Ełk
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			
WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 30.11.2023 r.	
SPIS TREŚCI:			



## SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej .....	38
2. Karta audytu oświetlenia budynku .....	40
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora .....	41
Dokumentacja projektowa.....	41
Inne dokumenty .....	41
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora .....	41
4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	42
Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii .....	43
5. Podsumowanie.....	48

## 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> ]	3 384,0	3 384,0
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	1 128,0	1 128,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Liczba osób użytkujących budynek	51	51
7.	Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,32	0,32
8.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
9.	Oświetlenie wewnętrzne	światłótkowe	energooszczędne
10.	Ilość źródeł światła	-	-
CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Instalacja elektryczna [kW]	11,75	5,83
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby budynku w ciągu roku [kWh/rok]	29385,00	4329,23
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby budynku w ciągu roku [GJ/rok]	105,79	15,59
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]	2,60	2,60
CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU			
Planowana suma kredytu [zł]	1 105 000,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	50,43
Planowane koszty całkowite	1 300 000,00	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	65 229,97

### **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**

- montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii
- budowa systemu zarządzania energią w budynku

## 4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Inwestycja obejmuje wymianę oświetlenia na energooszczędne w budynku oraz montaż paneli fotowoltaicznych na dachu wraz z wykonaniem magazynu energii oraz systemu zarządzania energią BMS (sterowanie oświetleniem).



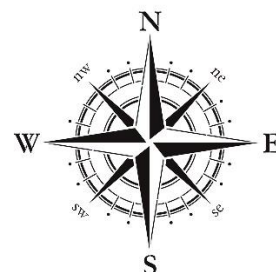
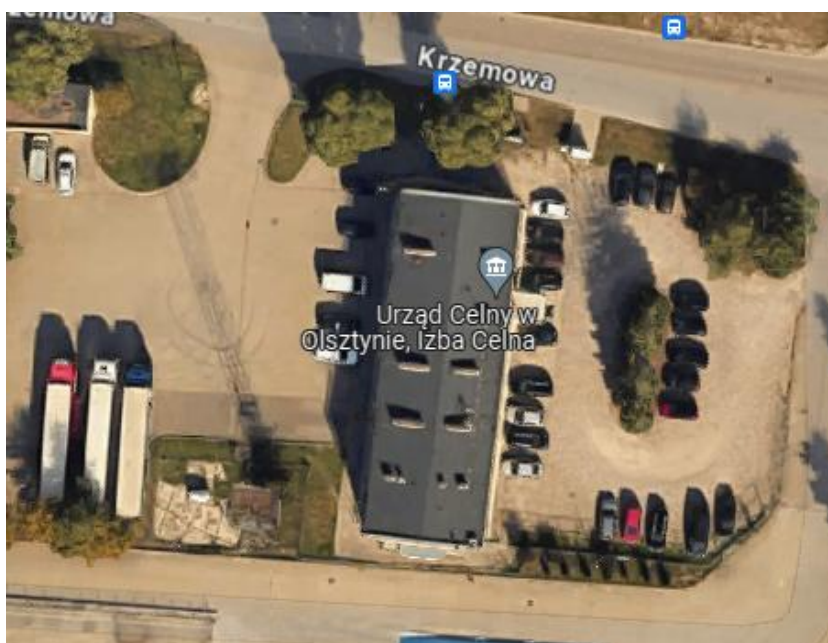
Koszty za energię elektryczną w ostatnim okresie rozliczeniowym (12 miesięcy) wynoszą następująco:



Zużycie [kWh]	Koszt [sprzedaż + dystrybucja, netto zł]
29 385	76 500,65
<b>29 385</b>	<b>76 500,65</b>

Koszt wytworzenia 1kWh energii wynosi **1,87 zł netto** (76 500,65 zł/ 29 385 kWh).

## Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii



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 panele fotowoltaiczne, 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 budynku, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

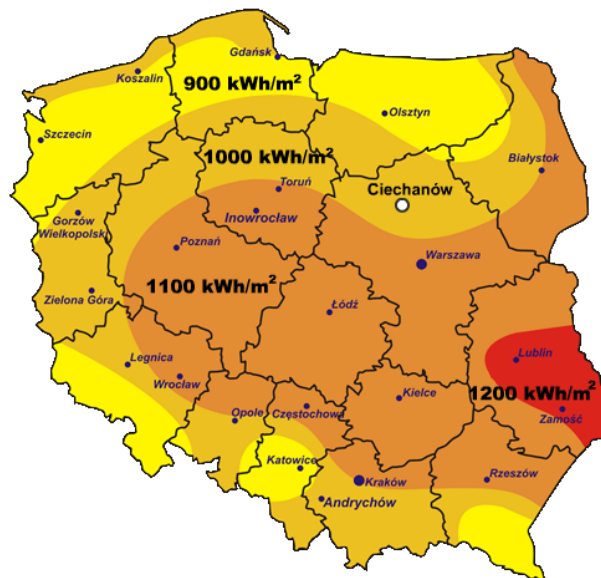
Wymiary paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem odległości pomiędzy nimi wynoszą około 1 721 mm x 1016 mm = 1,75 m<sup>2</sup>/szt.

50 szt. paneli fotowoltaicznych zajmie powierzchnię 87,5,0 m<sup>2</sup> do tego należy dodać niezbędne dojsćia do poszczególnych paneli.

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej policzono za pomocą poniższego wzoru:

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

**Nasłonecznienie** – nasłonecznienie na powierzchnię poziomą, odczytane z map nasłonecznienia, wynosi 90 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 900 W/m<sup>2</sup> (0,9 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 65%

$$E = \frac{900 \cdot 1,0 \cdot 17,5 \cdot 0,65}{1} = 10\,237,5 \text{ kWh}$$

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Energia elektryczna uzyskana z paneli fotowoltaicznych [kW]	-	17,5
2.	Opłata za 1kWh energii elektrycznej	1,82	1,82
3.	Roczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych [kWh/rok]	-	10 237,5
4.	<b>Roczna oszczędność kosztów [zł]</b>	-	<b>18 680,94</b>

Koszt montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku wraz z wykonaniem magazynu energii: **500 000 zł netto**. Istnieje możliwość montażu paneli o innej mocy oraz w innej liczbie pod warunkiem uzyskania założonych efektów i mocy instalacji.

Dodatkowo zakłada się wykonanie **magazynu energii**, który zapewni przesunięcie nadwyżek produkcji energii elektrycznej na okres wieczorny i nocny. Przesunięte nadwyżki pokryją zapotrzebowanie na oświetlenie budynku i/lub napęd urządzeń/ serwerów. Zakres inwestycji obejmuje w szczególności: wykonanie ekspertyzy technicznej/ wydanie opinii dotyczącej możliwości obciążenia dachu instalacją fotowoltaiczną, wystąpienie o wydanie warunków przyłączeniowych dla farmy fotowoltaicznej i magazynu energii, zaprojektowanie urządzeń oraz wykonanie projektów budowlanego i wykonawczego, wykonanie robót budowlanych i montażowych, przygotowanie dokumentacji powykonawczej, uruchomienie instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii.

Instalacja PV wraz z magazynem energii będzie wprowadzać energię elektryczną do sieci elektroenergetycznej poprzez stację transformatorową. W celu rozliczenia energii elektrycznej zostanie wbudowany układ pomiarowo-rozliczeniowy. Szczegółowe wytyczne dotyczące przyłączenia instalacji zostaną określone w warunkach przyłączeniowych, uzyskanych od operatora sieci elektroenergetycznej. Moc magazynu energii należy określić na etapie projektowania instalacji. Dostarczony magazyn musi być urządzeniem kompletnym,

wyposażonym w zasobnik energii składający się z baterii elektrochemicznej wykonanej w podanej technologii, systemu zarządzania baterią, zabezpieczeń sieciowych (nadprądowych, nadnapięciowych, podnapięciowych i częstotliwościowych), systemu zdalnej komunikacji, systemu zarządzania oraz systemu przeciwpożarowego. Magazyn powinien umożliwiać zarządzanie nim przez nadrzędny sterownik (system zarządzania), musi być również przystosowany do pracy w sieci z samoczynnym wyłączeniem w układzie TN.

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. **Założono koszt 50 000,00 zł**

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.

Lp.	Opis wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	11,75	5,83
2.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia $F_c$	1	0,9
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	0,9
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, $F_D$	1	0,9
7.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	29385,00	14566,73
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	76500,65	37922,90
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		14818,27
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		38577,75
11.	<b>Koszt usprawnienia [zł netto]*</b>	-	<b>750 000,00</b>
12.	<b>SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji</b>	-	<b>20,74</b>

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na moc elektryczną, kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 21 lat.

Oszczędność energii końcowej (zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową) wynosi 50,43%, uwzględniając produkcję energii z paneli fotowoltaicznych, zapotrzebowanie na energię z sieci zmniejszy się o 85,27%.

## 5. Podsumowanie

W audycie efektywności energetycznej założono następujące usprawnienia:

- wymiana oświetlenia budynku na energooszczędne, **założono koszt 750 000,00 zł**
- montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii, **założono koszt 500 000,00 zł**
- wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS), **założono koszt 50 000,00 zł**

Całkowity koszt przedsięwzięcia wynosi 1 300 000,00 zł. Uzyskana oszczędność kosztów wynosi 65 229,97 zł. Czas zwrotu inwestycji wynosi 19,92 lat.

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.