



ENERGOŚAN Piotr Kowalczyk
ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki
tel. 0 602 368 256; 0 604 863 430
e-mail: kowalczyk@energosan.pl
www.energosan.pl

AUDYT ENERGETYCZNY
Domu Kultury
należącego do POLANY KULTURY
Centrum Biblioteczno – Kulturalnego w Orzyszu




INWESTOR: *Gmina Orzysz*
ul. Rynek 3, 12-250 Orzysz

OBIEKT: *Dom Kultury*
ul. Wojska Polskiego 5, 12-250 Orzysz

Warszawa, marzec 2025 r.

1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej – dom kultury	1.2 Rok budowy	1930
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Orzysz ul. Rynek 3, 12-250 Orzysz	1.4 Adres budynku	ul. Wojska Polskiego 5, 12-250 Orzysz województwo warmińsko - mazurskie
2. Nazwa, adres i nr REGON podmiotu wykonującego audyt:			
ENERGOSAN Piotr Kowalczyk, 140 2425 07, ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki, tel. 602 368 256			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis :			
inż. Piotr Kowalczyk, ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki upr. bud. MAZ/0037/PWOS/04 			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	-	-	
5. Miejscowość:	Warszawa	data wykonania opracowania:	2025-03-06
6. Spis treści			
1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....		1	
2 Karta audytu energetycznego budynku		2	
3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		5	
4 Opis budynku		7	
5 Ocena aktualnego stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....		11	
6 Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu budynku.....		14	
7 Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14	
8 Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji...		26	
9 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu – instalacja fotowoltaiczna		32	
10 Usprawnienie dotyczące zastosowania instalacji fotowoltaicznej.....		32	
11 Uproszczony przedmiar robót.....		36	
12 Obliczenie wskaźników energetycznych i ekologicznych przed i po termomodernizacji.....		37	
13 Załączniki do audytu.....		39	

2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomod.	Stan po termomod.
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3	bez zmian
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 540	bez zmian
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	766,9	bez zmian
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	766,9	bez zmian
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100	bez zmian
6a.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	766,9	bez zmian
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	bez zmian
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	bez zmian
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacze elektryczne	bez zmian
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	miejska sieć cieplna	bez zmian
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,40	bez zmian
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1.	Ściana zewnętrzna, parter - I piętro	1,173	0,199
2.	Ściana zewnętrzna, lukarny, II piętro (użytkowe poddasze)	1,127	0,188
3.	Ściana zewnętrzna, część parterowa	1,134	0,198
4.	Strop nad piwnicą	1,487	1,487
5.	Podłoga na gruncie, parter	0,806	0,806
6.	Strop pod nieogrzewanym strychem	1,183	0,144
7.	Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrzem	1,141	0,144
8.	Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (poddasze użytkowe)	1,141	0,144
9.	Drzwi zewnętrzne	3,5	1,3
10.	Łuksfery / po wymianie okna	5,1	0,9
11.	Okno w ramie PCV	1,8	0,9
12.	Okno w ramie drewnianej	3,1	0,9
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,85	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5a.	Ogólna sprawność systemu dystrybucji ciepła [-]	0,60	0,72
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4a.	Sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej [-]	0,99	0,99
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kratki went.	Naw. okienne/ kratki went
3.	Strumień powietrza zewnętrznego ¹⁾ [m ³ /h]	1 290	1 290
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,63	0,63
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	51,3	26,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,0	18,0

3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	209	71
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	298	80
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej ^{II)} [GJ/rok]	3	3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) ^{III)} [GJ/rok]	228	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) ^{III)} [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	75,70	25,72
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	107,94	28,98
10.	Udział odnawialnych źródeł energii ^{1) IV} [%]	0,00	16,05
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) ^V			
Centralne ogrzewanie			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	116,48	116,48
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	27 295,77	27 295,77
Ciepła woda użytkowa			
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	63,8	63,8
3a.	Koszt za 1GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	312,36	312,36
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	5,60	1,95
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/mc]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
Energia elektryczna			
8.	Koszt za 1kWh energii elektrycznej ²⁾ [zł/kWh]	1,1245	1,1245
8.1. Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ^{VI)}			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ^{VI)} [kWh/ (m ² rok)]	119,1	36,1
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ^{VI)} [kWh/(m ² rok)]	168,4	40,8
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	69,8	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	230	
5.	Srednioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	5,482	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ ^{VI)} [t CO ₂ /rok]	25,27	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	41 179	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji (PV) ⁴⁾ [kW]	5,0	
8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia			
		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, związanego z ciepłem, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	621 747,97	764 750,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii (PV) ⁴⁾ [zł]	28 455,28	35 000,00
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⁾	4,4%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: ⁵⁾	TAK/NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna ^{6) *) VI)} [zł]	Nie dotyczy	

9. Grant termomodernizacyjny – nie dotyczy		
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 ² rok)]	nie dotyczy
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ 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 ^{8) **)} [zł]	0,00
10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾ – nie dotyczy		
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku spełniony jest warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 7)	
2.	Wysokość premii MZG [zł]	nie dotyczy
3.	Wysokość grantu MZG ^{4) ***)} [zł]	nie dotyczy
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	nie dotyczy
11. Inne		
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2.	Budynek JEST /NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3.	Przedsięwzięcie STANOWI /NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA /NIE WYNIKA ⁷⁾ , 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.

*) 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

- I) - Wyliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku
- II) - Zużycie CWU wg obliczeń przedstawionych w pkt 15.2
- III) - Zmierzone zużycie ciepła na cele ogrzewania jest niemiernodajne. Z uwagi na zły stan techniczny obiekt jest niedogrzewany. Brak zmierzonego zużycia ciepła na ciepłą wodę użytkową – ciepła woda podgrzewana jest w podgrzewaczach elektrycznych, brak pomiaru zużycia energii elektrycznej dla wydzielonego obwodu.
- IV) - Udział OZE określono uwzględniając produkcję energii elektrycznej przez panele PV do całkowitego zużycia energii końcowej (w tym na oświetlenie i energię pomocniczą).
- V) - Wyliczenie opłat w załączniku nr 15.1.

- VI) - Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego obejmują efekty związane z pracami termomodernizacyjnymi oraz z pracami związanymi z modernizacją oświetlenia i montażem instalacji fotowoltaicznej. Wyliczenie wskaźników pokazano w pkt. 14
- VII) - Inwestor nie planuje występować o kredyt termomodernizacyjny. Audyt jest wykonany w celu uzyskania dofinansowania.

I. AUDYT ENERGETYCZNY – PRACE ZWIĄZANE Z TERMOMODERNIZACJĄ BUDYNKU

3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1 Cel pracy

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku Domu Kultury należącego do POLANY KULTURY Centrum Biblioteczno – Kulturalnego w Orzyszu, zlokalizowanego przy ul. Wojska Polskiego 5 w Orzyszu.

Opracowanie w części merytorycznej swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania oraz poprawy komfortu, co umożliwi lokalnej społeczności całoroczne wykorzystanie budynku. Opracowanie wykonano w celu uzyskania dofinansowania. Inwestor nie będzie ubiegał się o kredyt termomodernizacyjny.

3.2 Dokumentacja projektowa

- Brak

3.3 Inne dokumenty

- Książka Obiektu Budowlanego,
- Protokół nr 21.1 (jednoroczny) z okresowej kontroli stanu technicznego obiektu budowlanego,

- faktury za ciepło Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych w Orzyszu Sp. z o.o. za 2024 r.,
- ustawy, normy, rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków, z późniejszymi zmianami. Dalej zwana *Ustawą termomodernizacyjną*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, z późniejszymi zmianami. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami. Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
 - Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
 - PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
 - PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
 - Polska Norma PN-EN 12831:2006 "„Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy stanu budynku:

- Należy rozpatrzyć ocieplenie przegród zewnętrznych.
- Należy rozpatrzyć wymianę okien.
- Należy rozpatrzyć wymianę drzwi zewnętrznych.
- Należy rozpatrzyć wymianę instalacji c.o.

4 OPIS BUDYNKU

4.1 Dane ogólne

Adres:	ul. Wojska Polskiego 5, 12-250 Orzysz	
Rok budowy	1930	
Technologia	Tradycyjna	
Powierzchnia zabudowy	215,20	m ²
Powierzchnia użytkowa budynku	766,90	m ²
Powierzchnia ogrzewana budynku	766,90	m ²
Kubatura budynku (wg KOB)	2 540	m ³
Współczynnik kształtu A/V	0,40	m ⁻¹
Wysokość kondygnacji w świetle	2,5 - 3,2	m
Liczba użytkowników	30	

4.2 Uproszczona dokumentacja budynku.

Rysunki i zdjęcia budynku zostały zamieszczone w załączniku nr 13.5.

4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - konstrukcja

Budynek posiada zróżnicowaną ilość kondygnacji: trzy kondygnacje nadziemne (parter, I piętro i użytkowe poddasze) w części głównej od ul. Wojska Polskiego, na fragmencie budynku od podwórza są dwie i jedna kondygnacja nadziemna. Część główna budynku od ul. Wojska Polskiego jest podpiwniczona, część od podwórza – bez podpiwniczenia. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły pełnej, strop nad piwnicą odcinkowy z cegieł na belkach stalowych. Konstrukcja dachu drewniana, pokrycie blachodachówką. W 2015 r., wraz z remontem dachu, wykonano ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości 10 cm.

Budynek nie podlega ochronie konserwatora zabytków.

4.4 Opis techniczny podstawowych elementów budynku - stolarka okienna i drzwiowa

W budynku znajdują się okna w ramach PCV (z początku lat 2000 r.), pojedyncze okna w ramach drewnianych oraz luksfery (2 szt.). Drzwi zewnętrzne od frontu są w ramie AL z naświetlem, od podwórza – z MDF.

4.5 Charakterystyka energetyczna budynku

4.5.1 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby systemu grzewczego

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie *Rozporządzenia dot. świadectw energetycznych*.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej dla całego budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego", przyjmując projektową temperaturę zewnętrzną dla IV strefy klimatycznej.

W/w obliczenia wykonano przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur oraz średnich miesięcznych wartości natężenia promieniowania słonecznego (ze stacji IMiGW w Mikołajkach) wg danych opublikowanych na stronie Biuletynu Informacji Publicznej.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC Pro7.0. Wyniki zamieszczono w załączniku 13.4.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami.

Moc zamówiona na cele ogrzewania	MW	0,0450
Zapotrzebowanie na moc szczytową	MW	0,0513
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	209
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	0,596
Obniżenie nocne	%	1,00
Obniżenie tygodniowe	%	0,85
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	298

4.5.2 Roczny koszt ogrzewania budynku

Ceny ciepła wg Przedsiębiorstwa Usług Komunalnych w Orzyszu Sp. z o.o. z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 15.1.

Oz	zł/GJ	116,48
Om	zł/MW/mc	27 295,77
A _{b0}	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,0513

Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	298
Roczna opłata zmienna	zł/rok	34 711
Roczna opłata stała	zł/rok	16 803
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	51 514

4.5.3 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ceny energii elektrycznej wg Elektra S.A. (energia czynna) oraz PGE Dystrybucja S.A. (przesył) z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzenia audytu. Wyliczenie opłat zamieszczono w załączniku nr 15.1.

Oz	zł/GJ	312,36
Om	zł/MW/mc	0,00
A _{b0}	zł/rok	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0180
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	3
Roczna opłata zmienna	zł/rok	937
Roczna opłata stała	zł/rok	0
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	937

4.5.4 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	51 514
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	937
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	52 451

4.6 Charakterystyka systemu grzewczego

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Typ instalacji	Tradycyjna , pompowa, dwururowa
Przewody w instalacji	Stalowe
Rodzaje grzejników	Żeliwne członowe, aluminiowe członowe, rury ożebrowane, stalowe płytowe
Zawory termostacyjne	Brak
Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze zamknięte i zawór bezpieczeństwa
Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca i automatyczne odpowietrzniki
Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
Modernizacja instalacji po 1984 r.	Brak danych

Istniejący system ogrzewania można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,85
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{tot}	0,596
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności ww. systemu grzewczego w stanie istniejącym:

sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Węzeł cieplowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy do 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Ogrzewanie centralne wodne, poziomy izolowane (izolacja niezgodna z istniejącymi przepisami), prowadzone w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna, brak regulacji miejscowej
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zbiornika buforowego

4.7 Charakterystyka systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy punktach czerpalnych poprzez przepływowe podgrzewacze elektryczne.

Istniejący system przygotowania ciepłej wody użytkowej można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej.

L.p.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,99
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	1,00
3	Akumulacja ciepła	η_{sw}	1,00
4	Wykorzystanie	η_{ew}	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{totw}	0,99

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

sprawność wytwarzania ciepła η_{gw}	Elektryczne podgrzewacze przepływowe
sprawność przesyłu η_{dw}	Miejscowe podgrzewanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru
sprawność akumulacji η_{sw}	Brak zbiornika akumulacyjnego

4.8 Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła dla budynku na cele c.o. jest jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy usytuowany w piwnicy budynku. Węzeł wyposażony jest w automatykę i regulację pogodową. Węzeł należy do dostawcy ciepła.

4.9 Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kanały i kratki wywiewne. Nawiew realizowany jest poprzez nieszczelności okien.

4.10 Pozostałe instalacje

Budynek wyposażony jest ponadto w instalacje:

- gazową
- zimnej wody i kanalizacji,
- elektryczną.

5 OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH ULEPSZEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

5.1 Przegrody zewnętrzne

Poniżej podano charakterystykę cieplną przegród zewnętrznych i wartości wymagane.

Przegroda	Wartości obliczone	Wartości wymagane ¹⁾
	$U_o [W/(m^2K)]$	$U_{max} [W/(m^2K)]$
Ściana zewnętrzna, parter - I piętro	1,173	0,20
Ściana zewnętrzna, lukarny, II piętro (użytkowe poddasze)	1,127	0,20
Ściana zewnętrzna, część parterowa	1,134	0,20
Strop nad piwnicą	1,487	0,25
Podłoga na gruncie, parter	0,806	0,30
Strop pod nieogrzewanym strychem	1,183	0,15
Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrem	1,141	0,15
Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (poddasze użytkowe)	1,141	0,15

1) wartości wymagane wg Warunków Technicznych

Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących. Budynek nie jest pod ochroną konserwatorską.

W audycie proponuje się:

- ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych (murowanych oraz ścian lukarn),
- ocieplenie skosów dachu na poddaszu użytkowym,
- ocieplenie dachów na częścią parterową i dwukondygnacyjną budynku,
- ocieplenie stopu pod nieogrzewanym strychem nad poddaszem użytkowym.

W audycie nie rozpatruje się ocieplenia podłogi na gruncie – praca nieuzasadniona technicznie i ekonomicznie: wysoki koszt prac budowlanych (skucia istniejących podłóg, wykonania ocieplenia i odtworzenia nowych warstw podłogowych) w stosunku do możliwych do osiągnięcia oszczędności.

5.2 Okna i drzwi

Poniżej podano charakterystykę cieplną okien i drzwi zewnętrznych i wartości wymagane.

Przegroda	Wartości przyjęte	Wartości wymagane ¹⁾
	U_0 [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]
Drzwi zewnętrzne	3,5	1,3
Luksfery	5,1	0,9
Okno w ramie PCV	1,8	0,9
Okno w ramie drewnianej	3,1	0,9

1) wartości wymagane wg Warunków Technicznych

W budynku znajdują się okna w ramach PCV (z początku lat 2000 r.), pojedyncze okna w ramach drewnianych oraz luksfery (2 szt.). Drzwi zewnętrzne od frontu są w ramie AL z naświetlem, od podwórza – z MDF.

W audycie proponuje się wymianę okien i luksferów oraz wymianę drzwi zewnętrznych.

5.3 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kanały i kratki wywiewne. Nawiew realizowany jest poprzez nieszczelności w oknach. W audycie proponuje się przy wymianie okien montaż nowych okien wyposażonych w nawiewniki okienne.

5.4 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku na cele c.o. jest jednofunkcyjny węzeł ciepłowniczy usytuowany w piwnicy budynku. Węzeł wyposażony jest w automatykę i regulację pogodową. Węzeł należy do dostawcy ciepła. W audycie nie proponuje się prac związanych ze źródłem ciepła.

5.5 System przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy punktach czerpalnych poprzez przepływowe podgrzewacze elektryczne. W audycie nie proponuje się prac związanych system c.w.u.

5.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Istniejąca instalacja jest w złym stanie technicznym: rury są zarośnięte kamieniem kotłowym, występują ślady korozji, brak możliwości regulacji dostawy ciepła do pomieszczeń, grzejniki są przestarzałe – część z grzejników jest z lat 60-tych XX w.

W audycie proponuje się wymianę instalacji c.o. obejmującą:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników,
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych,
- montaż elektronicznych głowic termostatycznych z bezprzewodowym regulatorem temperatury z możliwością sterowania za pomocą smartfona lub tabletu, umożliwiającymi realizację obniżen dobowych i weekendowych w poszczególnych pomieszczeniach,
- montaż zaworów równoważących pod pionami,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych.

6 WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU BUDYNKU

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez murowane ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych	Ocieplenie ścian zewnętrznych – metoda bezspoinowa (wełna mineralna)
2	j.w. przez ściany zewnętrzne lukarn	Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn od wewnątrz poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (wełny mineralnej), wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi
3	j.w. przez skosy dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną	Ocieplenie dachów od wewnątrz poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (wełny mineralnej), wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi
4	j.w. przez strop pod nieogrzewanym strychem	Ocieplenie stropu poprzez demontaż istniejących warstw od strony przestrzeni strychu, ułożenie wełny mineralnej i wykonanie nowego deskowania
5	jw. przez okna i luksfery wraz ze zmniejszeniem strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i luksferów na nowe okna o niskim współczynniku przenikania ciepła U wraz z montażem nawiewników okiennych
6	jw. przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe, o niskim współczynniku przenikania ciepła U
7	Zmniejszenie kosztów ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.

7 DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW OPTIMALIZACYJNYCH ALGORYTMU OCENY OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO I WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się (wg kroków opisanych w *Rozporządzeniu dotyczącym audytów*):

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego (w przypadku rozpatrywania modernizacji instalacji c.o.).
- Uwzględnianie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego w zestawieniu optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.
- Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

- Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych.
- Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.1 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Symbol	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
$t_{w0\ 20}$	$^{\circ}\text{C}$	20	20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-22	-22
t_{z0} - strychy	$^{\circ}\text{C}$	-7,9	-12,4
Sd_{20}	dzień*K/a	4 029	4 029
Sd - strychy	dzień*K/a	1 168	3 102
Ogrzewanie			
O_{z0}	zł/GJ	116,48	116,48
O_{m0}	zł/MW/m-c	27 295,77	27 295,77
Ab_0	zł/m-c	0,00	0,00
Ciepła woda użytkowa			
O_{z0}	zł/GJ	312,36	312,36
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00	0,00
Ab_0	zł/m-c	0,00	0,00

- 1) Temperaturę $+20^{\circ}\text{C}$ przyjęto dla kondygnacji nadziemnych.

Ceny ciepła wg Przedsiębiorstwa Usług Komunalnych w Orzyszu Sp. z o.o., ceny energii elektrycznej wg Elektra S.A. (energia czynna) oraz PGE Dystrybucja S.A. (przesył) z VAT z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku nr 15.1.

7.2 Usprawnienie dotyczące murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Rozpatruje się ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych metodą bezspoinową, warstwą izolacji termicznej (wełną mineralną) o grubościach 13, 15 i 17 cm, wykończenie tynkiem. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 371,5 \text{ m}^2$ (wartość netto – po odjęciu powierzchni okien i drzwi, bez uwzględnienia gładów)					
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 409,0 \text{ m}^2$ wraz ze ścianą kolankową stropodachów i strychów					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: wełna mineralna)					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	3,61	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,854	4,465	5,020
4	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	1,171	0,224	0,199
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	151,5	29,0	25,8
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0183	0,0035	0,0031
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	19 110	19 610	20 011
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	625,00	660,00	695,00
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	255 625	269 940	284 255
10	SPBT=NU/ ΔOru	lata	13,38	13,77	14,20
Wybrany wariant: 2		Koszt: 269 940 zł	SPBT= 13,8 lat		

Średnią wartość współczynnika U_0 dla stanu istniejącego i docelowego wyznaczono poniżej.

Oznaczenie	Opis	U_0	Powierzchnia	U_{0sr}	U_1
-	-	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	m^2	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
SZ-1	Ściana zewnętrzna, parter - I piętro	1,173	355,0	1,171	0,199
SZ-3	Ściana zewnętrzna, część parterowa	1,134	16,5		0,198
	Suma		371,5		-

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu (SPBT_{\min}) oraz warunek wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{\max} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ jest wariant nr 2 polegający na ociepleniu murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych metodą bezspoinową, warstwą izolacji (wełną mineralną) o grubości 15 cm.

7.3 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych lukarn

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn od wewnątrz poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (płyt z wełny mineralnej) o grubościach 16, 18 i 20 cm oraz wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 28,4 \text{ m}^2$					
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 31,0 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ (materiał izolacyjny: wełna mineralna)					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	4,44	5,00	5,56
3	Opór cieplny R w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem)	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,887*	-	-
4	Opór cieplny R dla przegrody ze zdemontowanym ociepleniem	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,318**	4,762	5,318
5	U_0 – dla przegrody ze zdemontowanym ociepleniem, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	3,145	0,210	0,188
6	Q_{0U} - w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem), Q_{1U}	GJ/a	11,2	2,08	1,86
7	q_{0U} - w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem), q_{1U}	MW	0,00135	0,000251	0,000224
8	Roczna oszczędność kosztów ΔOru^{***}	zł/a	1 415	1 449	1 477
9	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	720,00	750,00	780,00
10	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	22 320	23 250	24 180
11	$\text{SPBT} = \text{NU} / \Delta \text{Oru}$	lata	15,77	16,05	16,37
Wybrany wariant: 2		Koszt: 23 250 zł	SPBT= 16,1 lat		

* Wartość oporu cieplnego R dla przegród z istniejącym ociepleniem $R_0 = 0,887 \text{ (m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ (czyli współczynnika $U_0 = 1,127 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

** Wartość współczynnika $U_0 = 3,145 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dla przegród po demontażu ocieplenia.

*** Efekt energetyczny odniesiony do stanu istniejącego, tzn. z obecnym ociepleniem.

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu energetycznego” na minimalny czas zwrotu (SPBT_{\min}) oraz warunek wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{\max} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ jest wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych lukarn od wewnątrz poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (płyt z wełny mineralnej) o grubości 18 cm oraz wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi.

7.4 Usprawnienie dotyczące skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną

Rozpatruje się ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną, od wewnątrz, poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (wełny mineralnej) o grubościach 22, 24 i 26 cm oraz wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 135,4 \text{ m}^2$					
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 149,0 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ (materiał izolacyjny: wełna mineralna)					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	6,11	6,67	7,22
3	Opór cieplny R w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem)	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,876 *	-	-
4	Opór cieplny R dla przegrody ze zdemontowanym ociepleniem	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,272	6,383	6,939
5	U_0 – dla przegrody ze zdemontowanym ociepleniem, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	3,676 **	0,157	0,144
6	Q_{0U} - w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem), Q_{1U}	GJ/a	53,8	7,4	6,8
7	q_{0U} - w stanie istniejącym (z obecnym ociepleniem), q_{1U}	MW	0,0065	0,00089	0,00082
8	Roczna oszczędność kosztów ΔOru^{***}	zł/a	7 243	7 335	7 413
9	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	720,0	750,0	780,0
10	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł	107 280	111 750	116 220
11	$\text{SPBT} = \text{NU}/\Delta \text{Oru}$	lata	14,81	15,24	15,68
Wybrany wariant: 2		Koszt: 111 750 zł	SPBT= 15,2 lat		

* Wartość oporu cieplnego R dla przegród z istniejącym ociepleniem $R_0 = 0,876 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ (czyli współczynnika $U_0 = 1,141 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$).

** Wartość współczynnika $U_0 = 3,676 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ dla przegród po demontażu ocieplenia.

*** Efekt energetyczny odniesiony do stanu istniejącego, tzn. z obecnym ociepleniem.

Średnią wartość współczynnika U_0 przed ociepleniem, przed demontażem istniejącej izolacji wyznaczono w poniższej tabeli.

Oznaczenie	Opis	U_0	Powierzchnia	U_{0sr}
-	-	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	m^2	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$
DACH-1	Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (poddasze użytkowe)	1,141	83,1	1,141
DACH-3	Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrzem	1,141	19,5	
DACH-4	Dach nad lukarnami	1,141	32,8	
	Suma		135,4	

Średnią wartość współczynnika U_0 przed ociepleniem, po demontażu istniejącej izolacji wyznaczono w poniższej tabeli.

Oznaczenie	Opis	U_0	Powierzchnia	U_{0sr}
-	-	W/m ² K	m ²	W/m ² K
DACH-1	Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (poddasze użytkowe)	3,677	83,1	3,677
DACH-3	Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrem	3,677	19,5	
DACH-4	Dach nad lukarnami	3,677	32,8	
		Suma	135,4	

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu energetycznego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) oraz warunek wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{max} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jest wariant nr 2 polegający na ociepleniu skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną, od wewnątrz, poprzez demontaż istniejących warstw oraz montaż nowej izolacji termicznej (wełny mineralnej) o grubości 24 cm oraz wykończenie płytami gipsowo - kartonowymi.

7.5 Usprawnienie dotyczące stropu pod nieogrzewanym strychem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem poprzez ułożenie wełny mineralnej o grubościach 20, 22 i 24 cm oraz wykonanie deskowania np. z płyt OSB. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących, z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 101,2 \text{ m}^2$					
Powierzchnia do ocieplenia: $P_1 = 91,0 \text{ m}^2$					
Dod. izolacja: $\lambda = 0,036 \text{ W / m} \cdot \text{K}$ (materiał izolacyjny: wełna mineralna)					
Lp.	Omówienie	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W	5,56	6,11	6,67
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,845	6,401	6,956
4	U_0, U_1	W/m ² *K	1,183	0,156	0,144
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	12,09	1,60	1,47
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0014	0,0002	0,0002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOr_u	zł/a		1 634	1 654
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		315,00	350,00
9	Koszt realizacji usprawnienia NU	zł		28 665	31 850
10	$SPBT=NU/\Delta Or_u$	lata		17,54	19,26
Wybrany wariant: 2		Koszt: 31 850 zł	SPBT= 19,3 lat		

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) oraz warunek wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{max} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jest wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropu pod nieogrzewanym strychem poprzez ułożenie wełny mineralnej o grubości 22 cm oraz wykonanie deskowania np. z płyt OSB.

7.6 Usprawnienie dotyczące okien i luksferów

Rozpatruje się wymianę okien i luksferów na nowe okna o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9 oraz 0,7 $\text{W/(m}^2\text{K)}$ wraz z montażem nawiewników okiennych. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących, z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia okien do wymiany : $P = 56,6 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	1,899	1,1	0,9	0,7
2	Współczynnik Cr		1,0	0,85	0,85	0,85
3	Współczynnik Cm	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	152,0	119,10	115,10	111,20
5	q_0, q_1	MW	0,01833	0,01643	0,01595	0,01548
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		4 456	5 077	5 687
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m^2		2 250,00	2 600,00	3 000,00
8	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		127 350	147 160	169 800
9	SPBT	lata		28,58	28,98	29,86
Wybrany wariant: 2		Koszt: 147 160 zł		SPBT= 29,0 lat		

Średnią wartość współczynnika U_0 dla stanu istniejącego wyznaczono w poniższej tabeli.

Oznaczenie	Opis	U_0	Powierzchnia	U_{0sr}
-	-	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	m^2	$\text{W/m}^2\text{K}$
LUX	Luksfery	5,100	1,5	1,899
OK1	Okno w ramie PCV	1,800	54,6	
OK2	Okno w ramie drewnianej	3,100	0,5	
	Suma		56,6	

Rozwiązaniem spełniającym jednocześnie warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) oraz warunek wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U_{max} = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jest wariant nr 2 polegający na wymianie okien i luksferów na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wraz z montażem nawiewników okiennych.

7.7 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe, o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,5; 1,3 oraz 1,1 W/(m²K). Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac towarzyszących, z podatkiem VAT, ceny wg kalkulacji uproszczonej.

Powierzchnia do obliczeń: $P_0 = 5,2 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania U	W/(m ² *K)	3,5	1,5	1,3	1,1
2	Współczynnik C_r		1,0	1,0	1,0	1,0
3	Współczynnik C_m	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q_0, Q_1	GJ/a	6,3	2,43	2,16	1,80
5	q_0, q_1	MW	0,00076	0,00033	0,00028	0,00024
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		598	644	700
7	Jednostkowy koszt wymiany	zł/m ²		3 700,00	4 000,00	4 350,00
8	Koszt wymiany N_{DZ}	zł		19 240	20 800	22 620
9	SPBT	lata		32,17	32,30	32,31
Wybrany wariant: 2		Koszt: 20 800 zł		SPBT= 32,3 lat		

Rozwiązaniem spełniającym warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia dotyczącego audytu termomodernizacyjnego” na minimalny czas zwrotu ($SPBT_{min}$) i wg Warunków Technicznych na maksymalny współczynnik przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jest wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

7.8 Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 5.6 opracowania. Koszt inwestycyjny wg kalkulacji uproszczonej (materiały, prace towarzyszące z podatkiem VAT) wynosi:

105 000 zł

W podanej kwocie uwzględniono:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników,
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych

- montaż elektronicznych głowic termostatycznych z bezprzewodowym regulatorem temperatury z możliwością sterowania za pomocą smartfona lub tabletu, umożliwiającymi realizację obniżeń dobowych i weekendowych w poszczególnych pomieszczeniach,
- montaż zaworów równoważących pod pionami,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

L.p.	Rodzaj usprawnienia $\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$	Zmiana wartości współczynników sprawności		
			MSC	MSC
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,91	0,91
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,85	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	η_{tot}	0,596	0,721
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00	0,95

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności dla stanu istniejącego przedstawiono w pkt. 4.6.

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności dla stanu docelowego:

sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Węzeł kompaktowy z obudową, moc do 100 kW - bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Ogrzewanie centralne wodne, poziomy izolowane, prowadzone w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Ogrzewanie wodne, regulacja centralna i miejscowa, zawory termostatyczne (P-2K) z głowicami elektronicznymi umożliwiającymi realizację obniżeń dobowych i weekendowych w poszczególnych pomieszczeniach
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zbiornika buforowego

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia określono w następujący sposób:

		Stan istniejący	Stan po modernizacji systemu grzewczego
Rodzaj systemu zasilania		MSC	MSC
Moc obliczeniowa na CO	MW	0,0513	0,0513
Zapotrzebowanie na ciepło na CO	GJ/rok	209	209
Ogólna sprawność systemu	-	0,596	0,721
Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
Zapotrzebowanie na ciepło na CO po uwzględnieniu sprawności	GJ/rok	298	234
Roczna opłata zmienna	zł/rok	34 711	27 256
Roczna opłata stała	zł/rok	16 803	16 803
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0	0
Łączny koszt CO	zł/rok	51 514	44 060

Całkowity efekt jest różnicą między stanem istniejącym, a docelowym i wynosi:

Efekt ekonomiczny	7 454 zł/rok
Koszt modernizacji	105 000 zł
SPBT	14,09 lat

7.9 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Wymiana instalacji c.o. *	105 000	14,1
2	Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych	269 940	14,0
3	Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną	111 750	14,9
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn	23 250	15,4
5	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem	31 850	19,3
6	Wymiana okien i luksferów	147 160	29,0
7	Wymiana drzwi zewnętrznych	20 800	32,3

*) Modernizacja systemu ogrzewania nie podlega uszeregowaniu wg SPBT

7.10 Określenie wariantów termomodernizacji budynku

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer zgodny z pozycją w powyższej tabeli tj. od (1) „Wymiana instalacji c.o.” do (7) – „Wymiana drzwi zewnętrznych”.

Określenie wariantów termomodernizacji budynku:

Wariant	Usprawnienia
I	1+2+3+4+5+6+7
II	1+2+3+4+5+6
III	1+2+3+4+5
IV	1+2+3+4
V	1+2+3
VI	1+2
VII	1

7.11 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów dla budynku

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ²⁾	Zapotrz CO ³⁾	Zapotrz CO ⁴⁾	Zapotrz CWU ²⁾	Efekt	Koszt CO	Koszt CWU	Koszt CO+CWU	Efekt
	MW	MW	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
I	0,0264	0,0180	71	80	3	218	17 966	937	18 903	33 548
II	0,0268	0,0180	74	83	3	215	18 446	937	19 383	33 068
III	0,0292	0,0180	91	102	3	196	21 445	937	22 382	30 069
IV	0,0302	0,0180	101	113	3	185	23 054	937	23 991	28 460
V	0,0314	0,0180	106	119	3	179	24 146	937	25 083	27 368
VI	0,0376	0,0180	137	153	3	145	30 137	937	31 074	21 377
VII	0,0513	0,0180	209	234	3	64	44 060	937	44 997	7 454
Stan istn.	0,0513	0,0180	209	298	3		51 514	937	52 451	

1) wynik z programu AUDYTOR OZC 7.0Pro

2) – moc i zużycie na cele CWU wyliczono w załączniku nr 15.2

3) - zapotrzebowanie ciepło obliczone metodą świadectwową, wynik z programu AUDYTOR OZC 7.0Pro.

4) - zapotrzebowanie z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

Poniżej w tabeli przedstawiono sprawności systemu CO:

Wariant	η_g	η_d	η_e	η_s	w_t	w_d	η_{tot}
Warianty I - VII	0,91	0,90	0,88	1,00	0,85	0,95	0,721
Stan istniejący	0,91	0,85	0,77	1,00	0,85	1,00	0,596

$$\eta_{tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s$$

7.12 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp,	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię
	-	zł	zł	%
1	2	3	4	5
I	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną - Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn - Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem - Wymiana okien i luksferów - Wymiana drzwi zewnętrznych 	709 750	33 548	72,4
II	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną - Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn - Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem - Wymiana okien i luksferów 	688 950	33 068	71,4
III	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną - Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn - Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem 	541 790	30 069	65,1
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną - Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn 	509 940	28 460	61,5
V	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych - Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną 	486 690	27 368	59,5
VI	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. - Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych 	374 940	21 377	48,2
VII	<ul style="list-style-type: none"> - Wymiana instalacji c.o. 	105 000	7 454	21,3

Z uwagi na to, że audyt wykonany jest w celu uzyskania dofinansowania, informacje dotyczące kredytu i premii termomodernizacyjnej zostały pominięte.

Wg analizy przedstawionej w powyższej tabeli warianty I - VII spełniają wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów w zakresie oszczędności energii.

7.13 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalne rozwiązanie, spełniające wymagania Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów w zakresie oszczędności energii, przyjmuje się **wariant nr I**, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

- wymianę instalacji c.o.

- ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną
- ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn
- ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych
- ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem
- wymianę okien i luksferów
- wymianę drzwi zewnętrznych.

8 OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych

Proponuje się ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$), o grubości 15 cm, wykończenie tynkiem.

Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn

Proponuje się ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn poprzez demontaż od wewnątrz istniejących warstw izolacyjnych i montaż wełny mineralnej o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ o grubości 18 cm oraz wykończenie płytami gipsowo – kartonowymi.

Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną

Proponuje się ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną poprzez demontaż istniejących warstw od wewnątrz, ocieplenie wełną mineralną o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ o grubości 24 cm oraz wykończenie płytami gipsowo – kartonowymi.

Ocieplenie stropów pod nieogrzewanym strychem

Proponuje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem poprzez ułożenie wełny mineralnej o grubości 22 cm oraz wykonanie deskowania np. z płyt OSB.

Wymiana okien i luksferów

Proponuje się wymianę okien i luksferów na nowe okna szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wraz z montażem nawiewników.

Wymiana drzwi zewnętrznych

Proponuje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne, o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Wymiana instalacji c.o.

W audycie proponuje się wymianę instalacji c.o. obejmującą:

- demontaż istniejącej instalacji,
- montaż nowych grzejników,
- montaż nowych przewodów,
- zaizolowanie poziomów,
- montaż nowych zaworów termostatycznych
- montaż elektronicznych głowic termostatycznych z bezprzewodowym regulatorem temperatury z możliwością sterowania za pomocą smartfona lub tabletu, umożliwiającymi realizację obniżenń dobowych i weekendowych w poszczególnych pomieszczeniach,
- montaż zaworów równoważących pod pionami lub na gałęziach,
- montaż nowych automatycznych odpowietrzników na końcach pionów,
- regulację hydrauliczną instalacji c.o.
- wykonanie prac poinstalacyjnych.

W audycie nie proponowano ocieplenia podłogi na gruncie – praca nieuzasadniona technicznie i ekonomicznie: wysoki koszt prac budowlanych (skucia istniejących podłóg, wykonania ocieplenia i odtworzenia nowych warstw podłogowych) w stosunku do możliwych do osiągnięcia oszczędności.

II. OPRACOWANIE ZWIĄZANE Z MODERNIZACJĄ OŚWIETLENIA

9 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU - OŚWIETLENIE

9.1 Cel opracowania

Podstawowym celem jest wskazanie ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań inwestycji związanej z modernizacją oświetlenia w budynku Domu Kultury należącego do POLANY KULTURY Centrum Biblioteczno – Kulturalnego w Orzyszu, zlokalizowanego przy ul. Wojska Polskiego 5 w Orzyszu.

9.2 Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- inwentaryzację stanu istniejącego,
- propozycję modernizacji,
- określenie zużycia energii elektrycznej oraz kosztów eksploatacyjnych na oświetlenie dla stanu istniejącego i po modernizacji,
- określenie kosztów inwestycyjnych dla proponowanych prac modernizacyjnych,
- obliczenie efektów ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych.

9.3 Dokumentacja projektowa

- Brak.

9.4 Inne dokumenty

- aktualne ceny nośnika energii dostarczone przez Inwestora,
- zużycie energii elektrycznej na podstawie faktur (przy czym zużycie energii elektrycznej w obiekcie jest niemiernie małe, gdyż z uwagi na zły stan techniczny obiekt jest użytkowany w ograniczonym okresie czasu),
- wizja lokalna,
- normy i rozporządzenia:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.

- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami, dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- Norma PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy.
- Norma PN-EN 15193 – Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.

10 MODERNIZACJA OŚWIETLENIA

Istniejące oświetlenie wewnętrzne budynku jest zróżnicowane. Występują świetlówki liniowe (w rastrach lub bez), klasyczne oprawy ze źródłami światła żarowymi.

W audycie proponuje się zmianę rodzaju oświetlenia starego typu - zastosowanie energooszczędnego oświetlenia LED w oprawach rastrowych, w formie paneli świetlnych lub zamienników świetlówek. Przewidziano oprawy z czujnikami ruchu lub obecności w wybranych pomieszczeniach (korytarzach, pom. technicznych).

Zestawienie oświetlenia dla stanu istniejącego oraz propozycje modernizacji zamieszczono w poniższej tabeli.

Lp.	Typ oświetlenia	Liczba opraw	Liczba źródeł światła w oprawie	Moc jednego źródła światła w oprawie [W]	Sumaryczna moc [kW]
PIWNICA					
1	źródła światła żarowe	8	1	100	0,800
PARTER					
1	świetlówki	16	2	36	1,152
2	źródła światła żarowe	13	1	40	0,520
3	źródła światła żarowe	2	1	60	0,120
I PIĘTRO					
1	świetlówki	11	2	36	0,792
2	świetlówki	3	2	18	0,108
3	świetlówki	7	4	18	0,504
4	źródła światła żarowe	3	1	40	0,120
PODDASZE UŻYTKOWE (II PIĘTRO)					
1	świetlówki	2	2	18	0,072
2	źródła światła żarowe	3	1	40	0,120
3	źródła światła żarowe	2	3	40	0,240
4	źródła światła żarowe	2	4	40	0,320
RAZEM		72	-	-	4,868

Obliczenia zapotrzebowania na energię wykonano na podstawie wytycznych zawartych w *Rozporządzeniu dot. świadectw energetycznych*, *Rozporządzeniem dot. efektywności energetycznej* oraz polskiej normy PN-EN 15193.

Roczne zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{k,L}$ oblicza się według wzoru:

$$Q_{k,L} = LENI \times A_L \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

LENI	liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków – wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia	kWh/(m ² rok)
A_L	powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia równa powierzchni przyjętej do obliczenia wskaźnika LENI	m ²

Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków LENI oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{ F_C \times (P_N / 1000) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)] \} + m + n \times \{ 5 / t_y \times [t_y - (t_D + t_N)] \} \quad \text{kWh/(m}^2 \text{ rok)}$$

gdzie:

P_N	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku	W/m ²
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z normą	h/rok
t_N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z normą	h/rok
t_0	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów t_D i t_N , zgodnie z normą	h/rok
t_y	liczba godzin w roku, 8760 h	h
F_D	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu	–
F_O	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy	–
F_C	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	–
m	$m=1$ - gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	–
n	$n=1$ - gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	–

Do obliczeń przyjęto czas użytkowania $t_{D+N} = t_0 = 1\,500$ [h/rok]. Licznikowe zużycie energii elektrycznej w obiekcie jest niemiernie niskie, gdyż z uwagi na zły stan techniczny obiekt jest użytkowany w ograniczonym okresie czasu. Czas użytkowania przyjęto na podstawie analizy faktur z innych obiektów o podobnych charakterze, użytkowanych standardowo.

Wylczenie efektu energetycznego przedstawiono w tabeli poniżej:

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Moc zainstalowana	W	4,87	2,74
Powierzchnia użytkowa	m ²	766,90	766,90
Moc jednostkowa opraw oświetlenia P_n	W/m ²	6,35	3,57
LENI	kWh/(m ² rok)	9,52	5,35
Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia	kWh/rok	7 302	4 103

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Efekt energetyczny	kWh/rok		3 199
Efekt procentowy	%		43,8%

Koszty inwestycyjne proponowanych rozwiązań

Opis	Koszt brutto, [zł]
Wymiana istniejących opraw starego typu (72 szt.) na oprawy typu LED oraz montaż czujników ruchu lub obecności w wybranych pomieszczeniach (komunikacja, toalety, pomieszczenia gospodarcze)	55 000

Wyliczenie efektu ekonomicznego

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia	kWh/rok	7 302	4 103
Jednostkowe koszty zakupu energii elektrycznej	zł/kWh	1,1245	1,1245
Koszty eksploatacyjne	zł/rok	8 211	4 614
Efekt ekonomiczny	zł/rok		3 597
Koszty inwestycyjne	zł		55 000
SPBT	lat		15,3

Obliczenie efektu ekologicznego

Przyjęto emisję dwutlenku węgla przypadającą na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w elektrowniach i elektrociepłowniach: 597 kg/MWh wg (wg opracowania KOBIZE „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok”, grudzień 2024). W tabeli poniżej przedstawiono redukcję emisji CO₂.

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia E _{K,L}	kWh/rok	7 302	4 103
Emisja CO ₂	Mg CO ₂ /rok	4,36	2,45
Efekt ekologiczny	Mg CO ₂ /rok		1,91
Energia pierwotna	kWh/rok	18 255	10 258

III. OPRACOWANIE ZWIĄZANE Z ZABUDOWĄ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

11 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

11.1 Cel opracowania

Podstawowym celem jest uzasadnienie ekonomiczne i ekologiczne zastosowania instalacji fotowoltaicznej w budynku Domu Kultury należącego do POLANY KULTURY Centrum Biblioteczno – Kulturalnego w Orzyszu, zlokalizowanego przy ul. Wojska Polskiego 5 w Orzyszu.

11.2 Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- propozycję wykonania instalacji PV,
- określenie rocznej produkcji energii elektrycznej instalacji PV,
- określenie kosztów inwestycyjnych,
- obliczenie efektów ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych.

11.3 Dokumentacja projektowa

- Brak.

11.4 Inne dokumenty

- aktualne ceny nośnika energii dostarczone przez Inwestora,

12 USPRAWNIENIE DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Proponowana instalacja fotowoltaiczna będzie stanowiła źródło energii na własne potrzeby budynku, jak: oświetlenie, energia pomocnicza w źródle ciepła, sprzęt AGD w zapleczu sanitarnym itp. Moc planowanej instalacji fotowoltaicznej nie będzie większa niż moc przyłączeniowa budynku do sieci elektroenergetycznej (20 kW).

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 10 szt. modułów o mocy 500 Wp każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie łącznie 5,0 kWp. Usytuowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku (orientacja SE).

Elementy składowe układu:

- moduły fotowoltaiczne, monokrystaliczne,
- inwerter (falownik),
- konstrukcja wsporcza pod PV (system montażowy),
- okablowanie.

Dane:

Moc jednego panelu PV	500	Wp
Ilość paneli	10	szt.
Moc instalacji	5,00	kWp
Rodzaj paneli – monokrystaliczne	monokrystaliczne	-
Skierowanie paneli	SE	-
Nachylenie paneli do poziomu	35	°
Lokalizacja instalacji	Orzysz	-

Obliczenia wykonano przy użyciu Fotowoltaicznego Geograficznego Systemu Informatycznego programem PVGIS ©European Union:

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

European Commission - EU Science Hub - PVGIS - Interactive tools

Home Tools Downloads Documentation Contact us

Cursor: Selected: 53.808, 21.946
Elevation (m): 124
PVGIS ver: 5.3

Use terrain shadows:
☒ Calculated horizon
☐ Upload horizon file
Przełącz na wersję 5.2

GRID CONNECTED

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database* PVGIS-SARAH3
PV technology* Crystalline silicon
Installed peak PV power [kWp]* 5
System loss [%]* 21

Fixed mounting options
Mounting position* Free-standing
Slope [°] 35
Azimuth [°] -45
☐ Optimize slope
☐ Optimize slope and azimuth

☐ PV electricity price
PV system cost (your currency)
Interest [%/year]
Lifetime [years]

Visualize results

Download CSV Download JSON

Wyniki obliczeń:

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

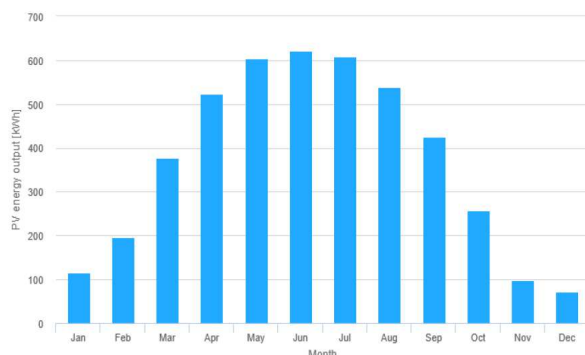
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 53.808,21.946
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH3
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 5 kWp
 System loss: 21 %

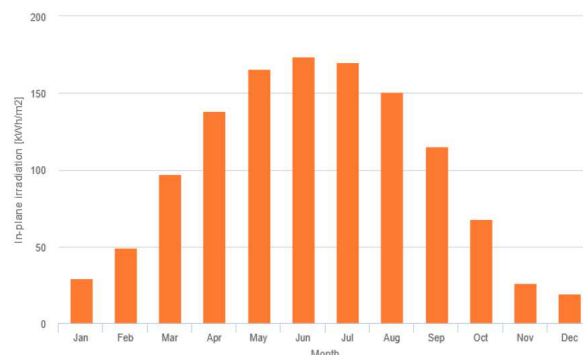
Simulation outputs

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: -45 °
 Yearly PV energy production: 4436.99 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1203.01 kWh/m²
 Year-to-year variability: 226.38 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -3.06 %
 Spectral effects: 1.66 %
 Temperature and low irradiance: -5.25 %
 Total loss: -26.24 %

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:

Określenie efektu ekonomicznego z zastosowania instalacji PV:

Średnioroczna produkcja energii elektrycznej	4 437 kWh/rok
Jednostkowa produkcja	887 kWh/kWp
Udział energii sprzedawanej do sieci elektroenergetycznej	30 %
Energia wykorzystana (autokonsumpcja)	3 106 kWh/rok
Energia sprzedawana do sieci	1 331 kWh/rok
Cena jednostkowa energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej ¹⁾	1,1245 zł/kWh
Cena jednostkowa sprzedaży energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej ²⁾	0,4065 zł/kWh
Roczna oszczędność kosztu energii elektrycznej wynikająca z autokonsumpcji	3 493 zł
Roczna oszczędność kosztu energii elektrycznej wynikająca ze sprzedaży energii elektrycznej z PV do sieci elektroenergetycznej	541 zł
Roczna oszczędność kosztu energii elektrycznej sumarycznie	4 034 zł

1) - Cena energii elektrycznej wg PGE Obrót S.A. z podatkiem 23% wg załącznika 15.1,

2) Cena jednostkowa sprzedaży energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej wg.

<https://enerad.pl/aktualnosci/rynkowa-cena-energii-elektrycznej-a-net-billing-cena-sprzedaży/>

Koszt inwestycyjny wykonania instalacji fotowoltaicznej, z podatkiem VAT, wg kalkulacji uproszczonej wynosi:

35 000 zł

Prosty czas zwrotu SPBT wynosi:

Efekt ekonomiczny	4 034 zł/rok
Koszt modernizacji	35 000 zł
SPBT	8,68 lat

Obliczenie efektów ekologicznych

Przyjęto emisję dwutlenku węgla przypadającą na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w elektrowniach i elektrociepłowniach: 597 kg/MWh wg (wg opracowania KOBIZE „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok”, grudzień 2024). W tabeli poniżej przedstawiono redukcję emisji CO₂.

Średnioroczna produkcja energii elektrycznej	4 437	kWh/rok
Efekt ekologiczny – redukcja emisji CO ₂	2,649	Mg CO ₂ /rok
Uniknięta energia pierwotna przy produkcji energii elektrycznej z OZE	11 093	kWh/rok
Wskaźnik EP unikniętej energii pierwotnej przy produkcji energii elektrycznej z OZE	14,46	kWh/(m ² rok)

IV. PODSUMOWANIE WYNIKÓW Z AUDYTU ENERGETYCZNEGO I OPRACOWANIA DOTYCZĄCEGO OŚWIETLENIA I INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

13 UPROSZCZONY PRZEDMIAR ROBÓT

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt brutto	Koszt netto
		m ²	zł/m ²	zł	zł
1	Ocieplenie murowanych ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wełną mineralną o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ i o grubości 15 cm	409,0	660,00	269 940,00	219 463,41
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych lukarn poprzez demontaż istniejących warstw od zewnątrz, ocieplenie wełną mineralną o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ i o grubości 18 cm oraz odtworzenie warstw zewnętrznych	31,0	750,00	23 250,00	18 902,44
3	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym strychem ułożenie wełny mineralnej o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ i o grubości 22 cm oraz z wykonanie deskowania np. z płyt OSB	91,0	350,00	31 850,00	25 894,31
4	Ocieplenie skosów dachu ogrzewanego poddasza (II piętra), dachów lukarn oraz płaskich dachów nad częścią parterową i dwukondygnacyjną poprzez demontaż istniejących warstw od wewnątrz, ocieplenie wełną mineralną o wsp. $\lambda = 0,036 \text{ W/(mK)}$ i o grubości 24 cm oraz odtworzenie warstwy wewnętrznej z płyt gipsowo - kartonowych	149,0	750,00	111 750,00	90 853,66
5	Wymiana okien i luxferów na nowe okna o wsp. $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wraz z montażem nawiewników okiennych	56,6	2 600,00	147 160,00	119 642,28
6	Wymiana drzwi zewnętrznych (2 szt.) na nowe o wsp. $U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	5,2	4 000,00	20 800,00	16 910,57
7	Wymiana instalacji c.o.: demontaż starej instalacji, montaż nowych przewodów, grzejników, zaworów termostatycznych, zaworów równoważących podpionowych, izolacji termicznej na poziomach, montaż elektronicznych głowic termostatycznych z bezprzewodowym regulatorem temperatury z możliwością sterowania za pomocą smartfona lub tabletu	-	-	105 000,00	85 365,85
8	Wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 5,0 kWp wraz z konstrukcją wsporczą, montaż 10 szt. paneli o mocy 500 Wp każdy na gruncie przy budynku	-	-	35 000,00	28 455,28
9	Modernizacja oświetlenia: wymiana opraw starego typu na LED (72 szt.), oprawy z czujnikami ruchu i obecności w wybranych pomieszczeniach (korytarzach, pom. technicznych)	-	-	55 000,00	44 715,45
	SUMA			799 750,00	650 203,25

14 OBLICZENIE WSKAŹNIKÓW ENERGETYCZNYCH I EKOLOGICZNYCH PRZED I PO TERMOMODERNIZACJI

14.1 Obliczenie wskaźników energetycznych i ekologicznych przy zużyciu ciepła na ogrzewanie

Lp		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji war. 1 (optymalny)
			MSC	MSC
1	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego dla ogrzewania i wentylacji $Q_{K,nd}$ ¹⁾	GJ/rok	298	80
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego dla ogrzewania i wentylacji $Q_{K,nd}$	kWh/rok	82 778	22 222
3	Powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	766,90	766,90
4	Energia pomocnicza :			
	-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,15	0,15
	-Czas pracy	h/rok	4 700	4 700
	-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	541	541
5	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{KH}	kWh/(m ² *rok)	108,6	29,7
6	Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną			
	-dla ciepła z sieci ciepłowniczej (z kogeneracji)	-	1,3	1,3
	-dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej	-	2,5	2,5
7	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H}$	kWh/rok	108 963	30 241
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{PH}	kWh/(m ² *rok)	142,1	39,4
9	Wskaźniki emisji CO₂ ²⁾			
	-dla ciepła z sieci ciepłowniczej (z kogeneracji)	kg/GJ	94,99	94,99
	-dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej	kg/MWh	597	597
10	Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	28,63	7,92
11	Roczna emisja PM_{2,5} ³⁾	t CO ₂ /rok	0	0
12	Roczna emisja PM₁₀ ³⁾	t CO ₂ /rok	0	0

1) Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego dla ogrzewania i wentylacji wyliczono w pkt. 7.11.

2) WE dla ciepła z węgla dla ciepłowni zawodowych wg dokumentu opublikowanego przez KOBIZE pt. „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2022 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2025”.

WE dla energii elektrycznej sieciowej wg opracowania KOBIZE „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok”, (grudzień 2024).

3) Emisja PM_{2,5} i PM₁₀ nie dotyczy dla źródeł zdalnych: sieci ciepłowniczej oraz energii elektrycznej

14.2 Obliczenie wskaźników energetycznych i ekologicznych przy zużyciu ciepła na cele c.w.u.

Lp		Jedn.	Stan istniejący = docelowy
			Podgrzewacze elektryczne
1	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na cele c.w.u. $Q_{K,nd}$ ¹⁾	GJ/rok	3
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na cele c.w.u. $Q_{K,nd}$	kWh/rok	777
3	Powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	766,90
4	Energia pomocnicza :		
	-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0
	-Czas pracy	h/rok	0
	-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	0
5	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EK_w	kWh/(m ² *rok)	1,0
6	Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną		
	-dla ciepła z gazu	-	-
	-dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej	-	2,5
7	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W}$	kWh/rok	1 944
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EP_w	kWh/(m ² *rok)	2,5
9	Wskaźniki emisji CO₂ ²⁾		
	-dla ciepła z gazu	kg/GJ	-
	-dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej	kg/MWh	597
10	Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	0,46
11	Roczna emisja PM_{2,5} ³⁾	t CO ₂ /rok	0
12	Roczna emisja PM₁₀ ³⁾	t CO ₂ /rok	0

1) Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na cele c.w.u. wyliczono w pkt. 15.2

2) WE dla ciepła z węgla dla ciepłowni zawodowych wg dokumentu opublikowanego przez KOBIZE pt. „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2022 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2025”.

WE dla energii elektrycznej sieciowej wg opracowania KOBIZE „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok”, (grudzień 2024).

3) Emisja PM_{2,5} i PM₁₀ nie dotyczy energii elektrycznej

14.3 Obliczenie wskaźników energetycznych i ekologicznych przy zużyciu ciepła dla całego budynku

Lp	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Efekt	Efekt %
1	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową					
	-ogrzewanie i wentylacja	GJ/rok	298	80	218	
	-ciepła woda użytkowa	GJ/rok	3	3	0	
	-ogółem H + W	GJ/rok	301	83	218	72,5%
	-ogrzewanie i wentylacja	kWh/rok	82 778	22 222	60 556	
	-ciepła woda użytkowa	kWh/rok	777	777	0	
	-ogółem H + W	kWh/rok	83 555	23 000	60 556	72,5%
	-energia pomocnicza	kWh/rok	541	541	0	
	-oświetlenie	kWh/rok	7 302	4 103	3 199	
	-ogółem	kWh/rok	91 398	27 644	63 754	69,8%
2	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EK					
	-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	108,6	29,7		
	-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	1,0	1,0		
	-oświetlenie	kWh/(m ² *rok)	9,5	5,4		
	-ogółem	kWh/(m²*rok)	119,1	36,1		
3	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną					
	-ogrzewanie i wentylacja	kWh/rok	108 963	30 241	78 722	
	-ciepła woda użytkowa	kWh/rok	1 944	1 944	0	
	-oświetlenie	kWh/rok	18 255	10 259	7 997	
	-w tym energia wyprodukowana z PV	kWh/rok	0	-11 093	11 093	
	-ogółem	kWh/rok	129 162	31 351	97 811	75,7%
4	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EP					
	-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	142,1	39,4		
	-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	2,5	2,5		
	-oświetlenie	kWh/(m ² *rok)	23,8	13,4		
	-w tym energia wyprodukowana z PV	kWh/(m ² *rok)	0	-14,5		
	-ogółem	kWh/(m²*rok)	168,4	40,8		
5	Emisja CO₂					
	-ogrzewanie i wentylacja	t CO ₂ /rok	28,63	7,92	20,71	
	-ciepła woda użytkowa	t CO ₂ /rok	0,46	0,46	0,00	
	-oświetlenie	t CO ₂ /rok	4,36	2,45	1,91	
	-w tym uniknięta emisja poprzez produkcję energii z PV	t CO ₂ /rok	0,00	-2,65	2,65	
	-ogółem	t CO₂/rok	33,45	8,18	25,27	75,5%

15 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- 15.1. Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła i energii elektrycznej
- 15.2. Wyliczenie mocy i rocznego zużycia ciepła na cele CWU
- 15.3. Wyliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- 15.4. Obliczenie obciążenia cieplnego oraz sezonowego zapotrzebowania na energię -
wydruki komputerowe z programu AUDYTOR OZC 7.0Pro.
 - stan istniejący
 - stan docelowy dla wariantu 1
- 15.5 Rysunki i zdjęcia

15.1 Wyliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła wg Przedsiębiorstwa Usług Komunalnych w Orzyszu Sp. z o.o.**

Założenia: taryfa C1

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	17 474,31	21 493,40
Przesył	zł/(MW-m-c)	4 717,37	5 802,37
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	22 191,68	27 295,77
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	70,74	87,01
Przesył	zł/GJ	23,96	29,47
Razem opłata zmienna	zł/GJ	94,70	116,48
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Opłaty za zużycie energii elektrycznej

Założenia:

- energia czynna - Elektra S.A.
- dystrybucja – PGE Dystrybucja S.A.
- taryfa C11

		Ceny netto	Ceny z VAT
Energia czynna	zł/kWh	0,5500	0,6765
Stawka jakościowa	zł/kWh	0,0314	0,0386
Składnik zmienny stawki - całodobowy	zł/kWh	0,2570	0,3161
Opłata kogeneracyjna	zł/kWh	0,0062	0,0076
Opłata mocowa	zł/kWh	0,0697	0,0857
Razem opłata zmienna	zł/kWh	0,9143	1,1245
Razem opłata zmienna	zł/GJ	253,95	312,36

Cena jednostkowa sprzedaży energii elektrycznej do sieci

Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej do sieci: <https://enerad.pl/aktualnosci/rynkowa-cena-energii-elektrycznej-a-net-billing-cena-sprzedazy/>:

		Ceny netto	Ceny z VAT
Cena jednostkowa sprzedaży energii elektrycznej do sieci	zł/kWh	0,3305	0,4065

15.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody.**15.2.1. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący = docelowy
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1 000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/m ²	0,35
jed.odniesienia - powierzchnia A_f	m ²	766,90
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10
współczynnik korekcyjny K_R	-	0,15
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * A_f * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * K_R * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	770
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	GJ/a	3
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,990
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	777
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	3

Współczynnik K_R przyjęto na podstawie analizy czasu pracy obiektu.

Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności podano w pkt. 4.7.

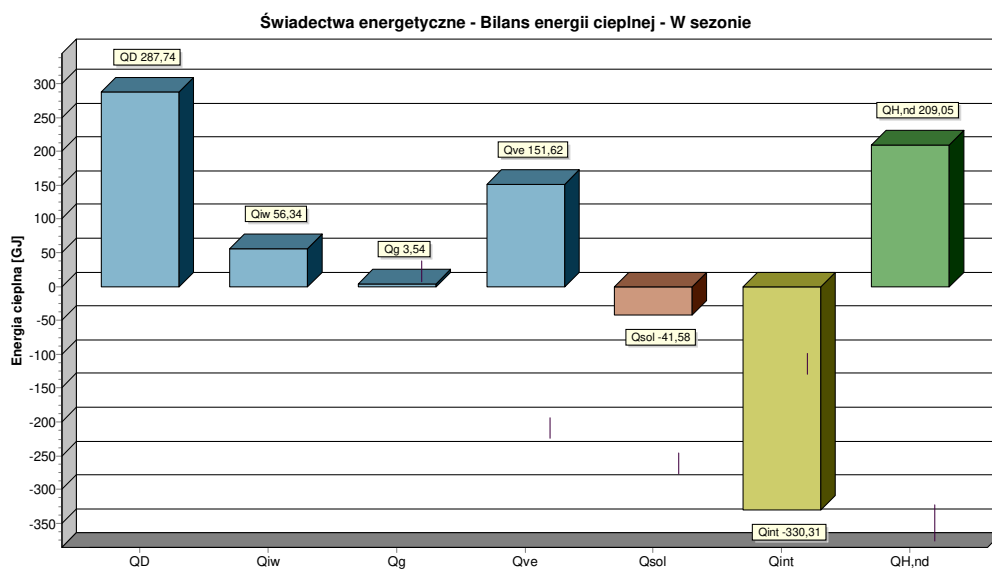
15.2.2. Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis (1)	Jednostka (2)	Wartości (3)
Ilość użytkowników	os./dobę	30
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody dla obliczeń wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l/os	45
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\bar{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (h \cdot 1000)$	m ³ /h	0,084
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,064
Max. moc c.w.u. $q_{cw\ u}^{max} = V_{h\bar{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	18,0

15.3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego


















Strumień podstawowy			
Typ pomieszczenia	Powierzchnia, m²	Wskaźnik, m³/(s m²)	Łączne zap. powietrza w m³/h
Budynek - inne	766,9	0,00032	883
ŁĄCZNI V_o			883
Strumień dodatkowy			
Typ budynku	Kubatura ogrz., m³	Krotność wymian, h⁻¹	Łączne zap. powietrza w m³/h
Budynek bez próby szczelności	2 032	0,2	406
ŁĄCZNI V_{inf}			406
Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęty do obliczeń rocznego zużycia ciepła	V_{ve}	1 290	m³/h
Kubatura wentylowana		2 032	m ³
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego		0,63	h ⁻¹
Wg normy PN-EN-12831			
pomieszczenie	kubatura m³	n_{min} wg. normy w 1/h	Łączne zap. powietrza w m³/h
Pomieszczenia ogrzewane	2 032	0,5	1 016
ŁĄCZNI V_o			1 016
Kubatura wentylowana		2 032	m ³
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego		0,50	h ⁻¹

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny - stan przed termomodernizacją	
	Dom kultury	
Miejscowość:	12-250 Orzysz	
Adres:	ul. Wojska Polskiego 5	
Projektant:	inż. Piotr Kowalczyk	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	766,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2032,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	36769	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	14511	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	51279	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1016,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
		dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	31	-3,9	48,62	8,48	0,60	25,83	0,927	2,27	37,51	46,64
■	Luty	28	-2,3	41,02	7,31	0,51	21,77	0,913	2,75	33,88	37,15
■	Marzec	31	3,0	34,81	6,74	0,43	18,37	0,843	5,40	37,51	24,17
■	Kwiecień	30	5,1	29,62	5,97	0,36	15,58	0,792	7,21	36,30	17,08
■	Maj	31	13,6	13,60	3,96	0,16	6,92	0,474	9,94	37,51	2,14
■	Czerwiec	0	15,5	8,72	3,31	0,11	4,71	0,351	9,69	36,30	0,69
■	Lipiec	0	17,4	5,20	2,90	0,07	2,81	0,226	10,38	37,51	0,15
■	Sierpień	0	16,5	7,00	3,11	0,09	3,78	0,294	8,75	37,51	0,37
■	Wrzesień	30	10,7	18,77	4,45	0,23	9,73	0,638	6,08	36,30	6,12
■	Październik	31	8,3	24,20	5,24	0,30	12,64	0,738	4,36	37,51	11,50
■	Listopad	30	2,7	34,27	6,50	0,42	18,09	0,868	1,99	36,30	26,05
■	Grudzień	31	-1,0	42,82	7,71	0,53	22,69	0,910	1,57	37,51	38,20
	W sezonie	273	7,2	287,74	56,34	3,54	151,62	0,780	41,58	330,31	209,05

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DACH-1	Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (podd	1,141	83,12
 DACH-2	Dach, strych	0,386	82,80
 DACH-3	Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrem	1,141	19,50
 DACH-4	Dach nad lukarnami	1,141	32,80
 DZ1	Drzwi zewnętrzne	3,500	5,20
 LUX	Luksfery	5,100	1,50
 OK1	Okno w ramie PCV	1,800	54,57
 OK2	Okno w ramie drewnianej	3,100	0,50
 PD-GR	Podłoga na gruncie, parter	0,806	19,50
 PIW-GR	Podłoga na gruncie, piwnice	0,911	202,40
 STROP-POD	Strop pod nieogrzewanym strychem	1,183	101,20
 STR-PIW	Strop nad piwnicą	1,487	202,40
 SZ-1	Ściana zewnętrzna, parter - I piętro	1,173	355,04
 SZ-2	Ściana zewnętrzna, lukarny, II piętro (użytkowe poddasze)	1,127	28,41
 SZ-3	Ściana zewnętrzna, część parterowa	1,134	16,46
 SZ-GR	Ściana zewnętrzna przy gruncie, piwnice	0,870	78,12
 SZ-PIW	Ściana zewnętrzna, piwnice	0,911	8,68

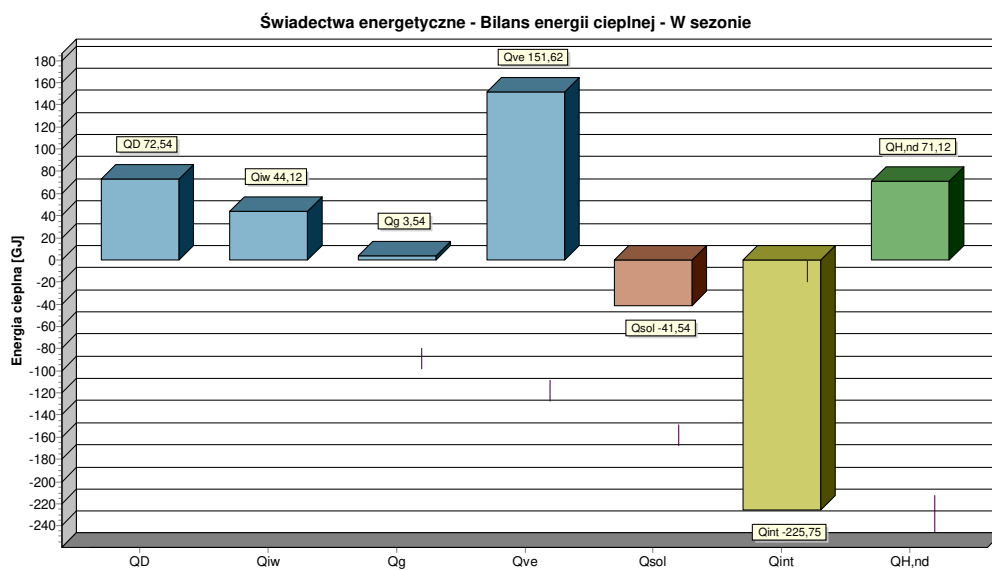
Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	A_u	V_h	$Q_{H,nd,s}$
	°C	m ²	m ²	m ³	GJ/a
Grupa BUDYNEK	20,0	766,90	766,90	2032,3	209,05

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń


















Opis	$\theta_{int,H}$	A	V	Φ_{HL}
	°C	m ²	m ³	W
Piwnice nieogrzewane	10,0	151,80	303,6	1
Parter - II piętro (użytkowe poddasze)	20,0	766,90	2032,3	51279
Strych nieogrzewany, nad II piętrem	7,9	80,42	160,8	0

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny - stan po termomodernizacji	
	Dom kultury	
Miejscowość:	12-250 Orzysz	
Adres:	ul. Wojska Polskiego 5	
Projektant:	inż. Piotr Kowalczyk	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	766,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2032,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	11874	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	14511	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	26385	W
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1016,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C



Bil	Miesiąc	$L_{d,m}$ dni	$T_{em,m}$ °C	Q_D GJ/rok	Q_{iw} GJ/rok	Q_g GJ/rok	Q_{ve} GJ/rok	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol} GJ/rok	Q_{int} GJ/rok	$Q_{H,nd}$ GJ/rok
■	Styczeń	31	-3,9	12,30	6,39	0,60	25,83	0,945	2,27	25,63	18,77
■	Luty	28	-2,3	10,37	5,55	0,51	21,77	0,927	2,73	23,15	14,19
■	Marzec	31	3,0	8,78	5,26	0,43	18,37	0,830	5,38	25,63	7,10
■	Kwiecień	30	5,1	7,46	4,71	0,36	15,58	0,752	7,19	24,81	4,05
■	Maj	31	13,6	3,38	3,40	0,16	6,92	0,385	9,93	25,63	0,16
■	Czerwiec	0	15,5	1,83	2,93	0,11	4,71	0,277	9,67	24,81	0,03
■	Lipiec	0	17,4	1,09	2,68	0,07	2,81	0,184	10,36	25,63	0,00
■	Sierpień	0	16,5	1,47	2,81	0,09	3,78	0,237	8,72	25,63	0,01
■	Wrzesień	30	10,7	4,70	3,66	0,23	9,73	0,564	6,08	24,81	0,89
■	Październik	31	8,3	6,08	4,22	0,30	12,64	0,693	4,39	25,63	2,44
■	Listopad	30	2,7	8,65	5,04	0,42	18,09	0,874	1,99	24,81	8,79
■	Grudzień	31	-1,0	10,82	5,88	0,53	22,69	0,926	1,57	25,63	14,72
	W sezonie	273	7,2	72,54	44,12	3,54	151,62	0,751	41,54	225,75	71,12

Wyniki - Zestawienie przegród

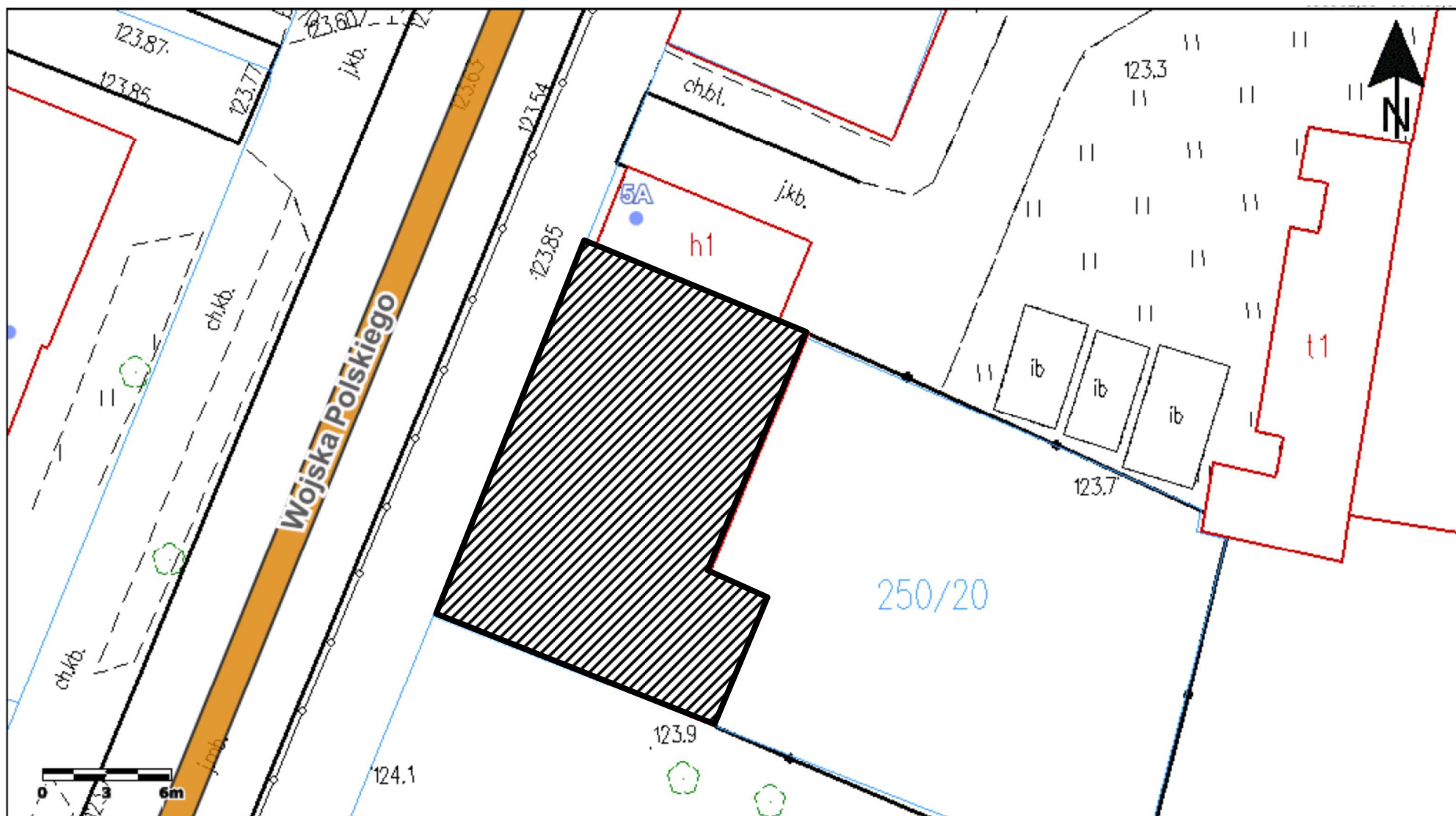
Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DACH-1	Dach, skosy nad pomieszczeniami ogrzewanymi, II piętro (podd	0,144	83,12
 DACH-2	Dach, strych	0,386	82,80
 DACH-3	Dach płaski, nad częścią parterową i nad II piętrem	0,144	19,50
 DACH-4	Dach nad lukarnami	0,144	32,80
 DZ1	Drzwi zewnętrzne	1,300	5,20
 LUX	Luksfery	0,900	1,50
 OK1	Okno w ramie PCV	0,900	54,57
 OK2	Okno w ramie drewnianej	0,900	0,50
 PD-GR	Podłoga na gruncie, parter	0,806	19,50
 PIW-GR	Podłoga na gruncie, piwnice	0,911	202,40
 STROP-POD	Strop pod nieogrzewanym strychem	0,144	101,20
 STR-PIW	Strop nad piwnicą	1,487	202,40
 SZ-1	Ściana zewnętrzna, parter - I piętro	0,199	355,04
 SZ-2	Ściana zewnętrzna, lukarny, II piętro (użytkowe poddasze)	0,188	28,41
 SZ-3	Ściana zewnętrzna, część parterowa	0,198	16,46
 SZ-GR	Ściana zewnętrzna przy gruncie, piwnice	0,870	78,12
 SZ-PIW	Ściana zewnętrzna, piwnice	0,911	8,68

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Opis	θ_{int}	A_h	A_u	V_h	$Q_{H,nd,s}$
	$^{\circ}C$	m^2	m^2	m^3	GJ/a
Grupa BUDYNEK	20,0	766,90	766,90	2032,3	71,12

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$	A	A _u	V	Φ_{HL}
	°C	m ²	m ²	m ³	W
Piwnice nieogrzewane	10,0	151,80	0,00	303,6	1
Parter - II piętro (użytkowe poddasze)	20,0	766,90	766,90	2032,3	26385
Strych nieogrzewany, nad II piętrem	-12,3	80,42	0,00	160,8	0



SKALA 1:250



Elewacja północno - zachodnia,
od ul. Wojska Polskiego



Elewacja północna – wschodnia



Elewacja południowo – wschodnia,
od podwórza



Elewacja południowo – zachodnia