

**Audyt Energetyczny części Budynku nr 17 - Pawilonu
VIIB Szpitala Tworkowskiego
ul. Partyzantów 2/4 Pruszków**



INWESTOR:

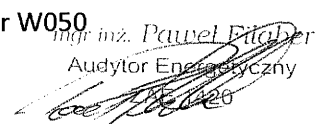
Mazowieckie Specjalistyczne Centrum Zdrowia
im. prof. dr. Jana Mazurkiewicza ul. Partyzantów 2/4
05-802 Pruszków

WYKONAŁ:



mgr inż. Paweł Filaber

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szpitalny	1.2 Rok budowy	1900
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Mazowieckie Specjalistyczne Centrum Zdrowia im. prof. Jana Mazurkiewicza	1.4 Adres budynku	ul. Partyzantów 2/4, 05-802 Pruszków
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25 02-326 Warszawa, NIP 1132760903, Regon 141828652, KRS 0000328664			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądzyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420; Uprawnienia Weryfikatora nr W050  mgr inż. Paweł Filaber Audytor Energetyczny nr 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1	Waldemar Kuciapski	Szacowanie kosztu poszczególnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych. Weryfikacja obliczeń.	
2	Arkadiusz Baranowski	Koordynator Projektu	
5. Miejscowość:	Warszawa	Data wykonania opracowania:	11.10.2016r
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZESPOŁU BUDYNKÓW ¹⁾		2
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA.....		5
4	INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO		8
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU.....		12
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI.....		13
7	ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII.....		23
8	ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI OŚWIETLANIA PAWILONU.....		24
9	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		27
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU.....		29

2 Karta audytu energetycznego zespołu budynków¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	3+piwnice+poddasze	3+piwnice+poddasze
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 450,10	4 450,10
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 197,99	1 197,99
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 197,99	1 197,99
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Węzeł ciepłowniczy	Węzeł ciepłowniczy
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Węzeł ciepłowniczy	Węzeł ciepłowniczy
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,48	0,48
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Drzwi zewnętrzne	5,100	1,500
2.	Okno zewnętrzne	3,600	0,900
3.	Podłoga piwnicy	0,364	0,242
4.	Strop nad ostatnią kondygnacją ogrzewaną	1,134	0,144
5.	Ściana zewnętrzna piwnic (cokół)	0,811	0,178
6.	Ściana zewnętrzna	0,906	0,182
7.	Ściana zewnętrzna piwnic (przysiemie)	0,414	0,134
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,50	0,70

3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Grawitacyjna	Mechaniczna z odzyskiem ciepła
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały wentylacyjne	Kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	1 630	1 358
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,37	0,31
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	173,69	60,38
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	169,66	169,66
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 250,42	355,21
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 841,18	405,98
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	920,51	657,51
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 890,06	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	911,82	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	290	82
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	427	94
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]*	-	-
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	44,40	44,40
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	7520,76	7520,76
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	20,10	14,36
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00

5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	6,78	1,63
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu ⁵⁾ [zł]	2 626 624,14	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,5%
Planowane koszty całkowite [zł]	2 918 471,26	Premia termomodernizacyjna [zł]	n.d.
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	85 631,05		

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

2) 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.

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

5) W związku z faktem planowana inwestycja będzie realizowana z dotacji w analizowanym przypadku planowana kwota kredytu oznacza planowany poziom dofinansowania.

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. Opracowanie 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 i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

3.2 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja budowlana budynku z 2007r.
- Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby opracowania.

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji , itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz.1200 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.151)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. tekstu jednolitego Dz.U.2016 poz.290, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2016 poz.961).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2015, poz.1422).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 poz.462, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2013 poz.762 i Dz.U.2015 poz.1554), w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12.

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2014 poz.712, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2016 poz.615)
- 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".
- 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 (Dz.U. 2015 poz.376)
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- 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".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

3.4 Wizja lokalna

Sierpień 2016 roku.

3.5 Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych w wysokości do 90% kosztów kwalifikowanych.

3.6 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu, dla których należy wykonać analizę ekonomiczną uzasadniającą podjęcie prac termomodernizacyjnych:

- ocieplenie stropu nad pomieszczeniami ogrzewanymi,
- ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian piwnic w części nadziemnej oraz przylegającej do gruntu,
- wymiana stolarki okiennej,
- wymiana stolarki drzwiowej,
- wymiana instalacji centralnego ogrzewania,
- wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej,
- wymiana instalacji wentylacyjnej (zastąpienie wentylacji grawitacyjnej, wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła),
- należy obniżyć koszty ogrzewania budynku,
- należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO₂ w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku,

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych mających zacząć obowiązywać w 2021 roku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek został zaprojektowany i wzniesiony w roku 1900 i nie był modernizowany. Ławy fundamentowe, ściany fundamentów oraz ściany zewnętrzne budynku o konstrukcji tradycyjnej murowane z cegły ceramicznej pełnej. Strop nad pomieszczeniami piwnicznymi ceramiczny. Strop nad ostatnią kondygnacją o konstrukcji lekkiej drewnianej. Dach o konstrukcji drewnianej kryty blachą. Przegrody zewnętrzne, nieprzeźroczyste nieocieplone.

Wartości współczynnika przenikania ciepła są niższe od obecnie obowiązujących, stąd w dalszej części opracowania zostanie przeprowadzona analiza opłacalności wykonania termomodernizacji.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna drewniana oraz PCV, drzwi drewniane. Ogólnie stolarka otworowa w budynku znajduje się w bardzo złym stanie technicznym. Okna oraz drzwi powodują nadmierną infiltrację zimnego powietrza do wnętrza budynku.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne, a świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności oraz rozszczelnienia okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest węzeł ciepłowniczy wyposażony w pełną automatykę pogodową i regulację, zlokalizowany w sąsiednim budynku. Rozdzielacze instalacji centralnego ogrzewania znajdują się w piwnicy analizowanego budynku.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

W obiekcie występuje instalacja tradycyjna stalowa spawana, pompowa dwururowa, zamknięta instalacja centralnego ogrzewania z rozdziałem dolnym, na dole pionów znajdują się zawory podpionowe. Parametry czynnika grzejącego wynoszą 75/55°C. Przewody instalacji izolowane. W systemie występują stare grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych. Zabezpieczeniem instalacji jest naczynie zbiorcze zamknięte wraz z zaworem bezpieczeństwa.

Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,980
2	Przesył ciepła	η_d	0,900
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,770
4	Układ akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e =$	η	0,679
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,000
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,000

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w węźle ciepłowniczym zlokalizowanym w sąsiednim budynku. Piony oraz poziomy instalacji nieizolowane.

Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	η_g	0,98
2	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	η_d	0,50
3	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	η_s	0,85
4	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	η_e	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η	0,42

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.8 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby c.o.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia” i rozporządzenia w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej z dnia 8 listopada 2008r z późniejszymi zmianami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.7Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury (załącznik 3). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik 1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego". Do obliczeń przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego proponowany w normie PN-EN 12831. Obliczenia wykonano

przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.7Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 3).

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,1737
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	1 250,42
Ogólna sprawność systemu	%	67,91
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 841,18

4.10 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg stawek lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	44,40
Om**	zł/MW/mc	7 520,76
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,17
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 841,18
Roczna opłata zmienna	zł/rok	81 753,98
Roczna opłata stała	zł/rok	15 674,92
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	97 428,90
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.11 Roczny, obliczeniowy koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	44,40
Om**	zł/mc	0,00
A _{b0}	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,17
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	920,51
Roczna opłata zmienna	zł/rok	40 873,45
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	40 873,45
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	97 428,90
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	40 873,45
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	138 302,35

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	$^{\circ}\text{C}$	20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-20
S_d	dzień*K/a	3 686
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	7 520,76
O_{z0}	zł/GJ	44,40
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	44,40
Ab_0	zł/m-c	0,00

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

5 Ocena stanu technicznego budynku

Stan techniczny budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych ocenia się jako niedostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych (podłogi, ścian, stropu nad częścią ogrzewaną, okien i drzwi) nie spełniają obecnie obowiązujących przepisów. Sprawności instalacji ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji są niewystarczająca i wymagają usprawnienia. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

6.1 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez jej kompletną wymianę. W ramach usprawnienia planuje się między innymi wymianę pionów i poziomów instalacji, montaż zaworów podpionowych i odpowietrzających, izolację przewodów w pomieszczeniach nieogrzewanych, wymianę starych grzejników żeliwnych na nowe płytowe, montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach. Ponadto w instalacji grzewczej zostanie zastosowany system zarządzania energią, obniżający koszty eksploatacyjne.

Rodzaj źródła	jedn.	przed modern.	po modern.
Moc zamówiona	MW	0,1737	0,1737
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 250	1 250
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	68%	87%
Obniżenie nocne	%	100%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 841	1 429
Oz	zł/GJ	44,40	44,40
Om	zł/MW/m-c	7 520,76	7 520,76
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	81 753,98	63 458,23
Roczna opłata stała	zł/rok	15 674,92	15 674,92
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	97 428,90	79 133,15
Różnica			18 295,75
Koszt			257 758,80
SPBT			14,1

Uwaga! Po zakończeniu prac związanych z termomodernizacją należy zmniejszyć moc zamówioną u dostawcy ciepła.

6.2 Usprawnienia dotyczące systemu wentylacji

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji wentylacyjnej poprzez zastąpienie obecnej instalacji grawitacyjnej wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła o sprawności temperaturowej wynoszącej 80%. Ponadto w

instalacji wentylacyjnej zostanie zastosowany system zarządzania energią obniżający koszty eksploatacji instalacji.

Dane do obliczeń	Jednostki	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,10	0,06
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	589,46	355,21
Ogólna sprawność systemu odzysku ciepła	%	0%	80%
Oz	zł/GJ	44,40	44,40
Om	zł/MW/m-c	7 520,76	7 520,76
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	26 173,79	15 772,39
Roczna opłata stała	zł/rok	8 876,36	5 449,24
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	35 050,16	21 221,63
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,57	0,57
Zapotrzebowanie na energię elektryczną centrali nawiewno-wywiewnej	kWh/rok	0,00	21 900,00
Roczny koszt eksploatacji centrali nawiewno-wywiewnej	zł/rok	0,00	12 483,00
Różnica			1 345,52
Koszt			460 552,83
SPBT			342,3

Jako koszt całkowity prac modernizacyjnych przyjęto wykonanie projektu instalacji, zakup kompletnego systemu wentylacji z odzyskiem ciepła oraz koszt robocizny.

6.3 Usprawnienia dotyczące systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej poprzez jej kompletną wymianę.

Rodzaj źródła	jedn.	przed modern.	po modern.
Średnia moc c.w.u.	MW	0,0473	0,0473
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	GJ/rok	42%	58%
Całkowita sprawność instalacji cwu η	%	920,51	657,51
Oz	zł/GJ	0,00	0,00
Om	zł/MW/m-c	44,40	44,40
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata stała	zł/rok	40 873,45	29 195,32
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	40 873,45	29 195,32
Różnica			11 678,13
Koszt			203 578,21
SPBT			17,43

6.4 Usprawnienie dotyczące docieplenia dachu

Rozpatruje się ocieplenie dachu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	502,98	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	502,98	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	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	(m ² *K)/W		5,50	6,00	6,50
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,882	6,38	6,88	7,38
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,134	0,157	0,145	0,135
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	217,98	30,12	27,93	26,04
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,023	0,003	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		10 116,02	10 233,86	10 335,74
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		792,60	834,28	959,40
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		398 661,95	419 624,28	482 559,01
10	SPBT=NU/ ΔOru	lata		39,4	41,0	46,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 419 624,28 zł		SPBT= 41 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu dachu warstwą izolacji o grubości 24cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Projekt powinien uwzględniać możliwość wykonania ocieplenia styropianem oraz wełną mineralną, tak aby zapewnić użytkową formę części poddasza. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.5 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych w tym ścian cokołowych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych oraz ścian piwnic w części nadziemnej (cokołowej) od wewnątrz warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$ (do obliczeń przyjęto parametry materiału Eurothane G). Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

λ	0,023	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	738,97	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	812,87	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		3,48	4,35	5,22
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,108	4,587	5,456	6,326
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,902	0,218	0,183	0,158
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	265,41	64,14	53,92	46,50
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,027	0,006	0,005	0,005
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		10 762,49	11 309,06	11 705,36
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		395,20	416,00	436,80
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		321 245,04	338 152,67	355 060,31
10	SPBT=Nu/ ΔO_{ru}	lata		29,8	29,9	30,3
Wybrany wariant: 2		Koszt: 338 152,67 zł		SPBT= 29,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 10cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.6 Usprawnienie dotyczące ścian piwnic w przyziemiu

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu od wewnątrz warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,023\text{W/mK}$ (do obliczeń przyjęto parametry materiału Eurothane G). Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

λ	0,023	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	241,77	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	241,77	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,03	0,05	0,07
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		1,30	2,17	3,04
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,415	3,72	4,59	5,46
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,414	0,269	0,218	0,183
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	47,81	31,05	25,17	21,16
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,004	0,003	0,002	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		871,17	1 176,85	1 385,14
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		3 119,20	3 283,32	3 940,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		754 128,98	793 808,40	952 573,80
10	SPBT=Nu/ ΔOru	lata		865,6	674,5	687,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 793 808,40 zł		SPBT= 674,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu warstwą izolacji o grubości 5cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,023\text{W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.7 Usprawnienie dotyczące podłogi

Rozpatruje się ocieplenie podłogi warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	502,98	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	340,93	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,03	0,05	0,07
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		0,75	1,25	1,75
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,747	3,497	3,997	4,497
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,364	0,286	0,250	0,222
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	23,32	18,32	16,03	14,25
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,007	0,006	0,005	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		363,83	530,53	660,17
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		324,50	416,00	520,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		110 631,79	141 826,88	177 283,60
10	SPBT=NU/ ΔOru	lata		304,1	267,3	268,5
Wybrany wariant: 2		Koszt: 141 826,88 zł		SPBT= 267,3 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu podłogi warstwą izolacji o grubości 5cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.8 Usprawnienie dotyczące wymiany okien

Rozpatruje się wyłącznie wymianę okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła U równym $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cena N_o zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 125,54 \text{ m}^2$				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,60	0,90
2	Cr	-	1,00	1,00
3	Cm	-	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/a	219,27	89,73
5	q_0, q_1	MW	0,0229	0,0094
6	Dorok+Dorw	zł/rok		6 975,5
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		2223,27
	N_{ok}	zł		279109,19
	SPBT	lata		40,01
Wybrany wariant:			Koszt: 279 109,19 zł	SPBT= 40 lat

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant polegający na wymianie okien na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.9 Usprawnienie dotyczące wymiany stolarki drzwiowej

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła U równym $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe czerwiec 2016r.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 14,81 \text{ m}^2$				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	5,1	1,5
2	Cr	-	1,2	1,0
3	Cm	-	1,0	1,0
4	Q0, Q1	GJ/a	28,87	8,49
5	q0, q1	MW	0,0030	0,0009
6	Dordz+Dorw	zł/rok		1 097
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		1624,58
	N _{dz}	zł		24060,00
	SPBT	lata		21,9
Wybrany wariant:			Koszt: 24 060,00 zł	SPBT= 21,9 lat

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła nie gorszym niż $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2017 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu 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 (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

Uwaga! Ze względu na wymagania konserwatora zabytków w modernizowanym budynku należy odtworzyć historyczny charakter drzwi zewnętrznych, co oznacza, że należy zastosować drzwi drewniane dla których spełnienie WT2021 może być niewykonalne. Stąd w analizie zaproponowano doprowadzenie parametrów izolacyjnych drzwi do spełnienia WT2017 roku.

6.10 Zestawienie optymalnych usprawnień związanych z modernizacją przegród zewnętrznych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	24 060,00	21,9
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian piwnic w części nadziemnej (cokołowej)	338 152,67	29,9
3	Wymiana okien	279 109,19	40,0
4	Ocieplenie dachu	419 624,28	41,0
5	Ocieplenie podłogi na gruncie	141 826,88	267,3
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu	793 808,40	674,5

6.11 Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacji instalacji wewnętrznych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania	257 758,80	14,1
2	Wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej	203 578,21	17,4
3	Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła	460 552,83	342,3

7 Analiza możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii

Uwaga! Ze względu na położenie (centrum zamkniętego ośrodka, gęsta zabudowa) oraz specyfikę obiektu (dostępność do ciepła sieciowego) analizie podda się wyłącznie wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pozyskanych z promieniowania słonecznego.

7.1 Ocena opłacalności zastosowania kolektorów słonecznych oraz ogniw fotowoltaicznych

Specyfika funkcjonowania budynku oraz dostępność do powierzchni dachu pod budowę instalacji wykorzystujących promieniowanie słoneczne, nasuwa konieczność wykorzystania jednego systemu: fotowoltaiki pokrywającej częściowe zapotrzebowanie na energię elektryczną lub kolektorów słonecznych dostarczających ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Ze względu na dostępność taniego ciepła sieciowego oraz wysoki koszt zakupu energii elektrycznej w opracowaniu podda się analizie wyłącznie system fotowoltaiczny.

lp	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	95 904,00	95 904,00	95 904,00
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/kWh/rok	109 271,92	109 271,92	109 271,92
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	28,80	32,00	35,20
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	50,40	56,00	61,60
5	Projektowana moc instalacji	Wp	7 200,00	8 000,00	8 800,00
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	6 413,76	7 126,40	7 839,04
7	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,60	0,60	0,60
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	65 062,40	70 720,00	79 576,97
9	Procentowe pokrycie mocy zamówionej	%	7%	7%	8%
10	Oszczędności	zł/rok	7 307,76	8 119,74	8 931,71
11	SPBT	lata	8,90	8,71	8,91
12	Redukcja emisji CO ₂	kgCO ₂ /rok	5 207,97	5 786,64	6 365,30

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią dachu skierowaną w kierunku południowym.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się ze 32 paneli o łącznej powierzchni 56m² wytwarzającej średniorocznie 7 126,40kWh, co będzie stanowiło pokrycie ok. 7% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną pawilonu.

8 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia pawilonu

8.1 Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia pomieszczeń

Miejsca pracy w budynku są doświetlane przez oświetlenie naturalne (poprzez okna w pomieszczeniach), oraz z wykorzystaniem oświetlenia górnego jarzeniowego.

lp	Typ oprawy	Ilość opraw światła w budynku	Moc pojedynczego źródła światła	Moc źródeł światła [kW]
1	Oświetlenie istniejące	148,00	108,00	15,98
Razem moc zainstalowana źródeł światła [kW]				15,98

W związku z uciążliwym charakterem pracy tradycyjnych świetlówek dużym poborem prądu, wytwarzanych hałasem oraz awaryjnością, w analizowanym budynku planuje się zastąpienie tradycyjnych świetlówek, świetłówkami LED.

lp	Zestawienie opraw w budynku	Jednostka	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Oświetlenie pomieszczeń całkowita moc zainstalowana	kW	15,98	4,96
2	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia ¹⁾	h	5 000,00	5 000,00
3	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh	79 920,00	24 775,20
4	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	48 076,30	14 903,65
5	Emisja CO ₂	kgCO ₂ /rok	64 895,04	20 117,46
6	Roczna oszczędność energii	kWh		55 144,80
7	Roczna oszczędność kosztów Δ Qrok	zł/rok		33 172,65
8	Cena usprawnienia / wymiana opraw NU ²⁾	zł		148 000,00
9	SPBT=NU/DOrrok	lata		4,46
10	Oszczędności	%		69,00%
11	Redukcja emisji CO ₂ ³⁾	kgCO ₂ /rok		44 777,58

¹⁾ Czas pracy instalacji oświetlenia oparty o metodologię obliczania charakterystyki energetycznej budynków (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej).

²⁾ Podstawa przyjętych wartości NU Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych opracowano na podstawie dokumentacji projektowo-kosztorysowej firmy instalacyjnej elektrycznej obejmującej projekt, dostawę opraw oraz koszty robocizny.

³⁾ Wartości emisji CO₂ przyjęte na podstawie struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce oraz wartości emisji opublikowanych przez KOBIZE Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykonanie modernizacji ok. 148 opraw światła o łącznej mocy 15,98kW polegającej na wymianie opraw i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED jest opłacalne. Nowe oświetlenie opiera się na

energooszczędnym oświetleniu LED, charakteryzującym się między innymi brakiem pulsowania światła, płynnym włączaniem, zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej i mocy oprawy. Dodatkowymi korzyściami wynikającymi z zastosowania opraw typu LED będzie brak wydatków na wymianę źródeł światła (średnia trwałość oprawy LED 50 000 h ~10lat) – świetlówek T5 i kosztów ich recyklingu.

8.2 Określenie efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

Nr wariantu	Prace przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapot. na en.	Kwota dofinansowania		Optymalna kwota kredytu	20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2 lata oszczędności	Premia (Min.)
	Prace termomodernizacyjne	zł	zł		%	zł	zł	zł	zł	zł	zł
1	1	257 758,80	18 295,75	14,92%	10%	25 775,88	231 982,92	46 396,58	41 241,41	36 591,50	36 591,50
2	1+2	461 337,01	29 973,88	24,44%	10%	46 133,70	415 203,31	83 040,66	73 813,92	59 947,76	59 947,76
3	1+2+3	485 397,01	31 107,69	25,21%	10%	48 539,70	436 857,31	87 371,46	77 663,52	62 215,39	62 215,39
4	1+2+3+4	823 549,68	42 474,79	32,91%	10%	82 354,97	741 194,71	148 238,94	131 767,95	84 949,59	84 949,59
5	1+2+3+4+5	1 102 658,87	49 606,65	37,73%	10%	110 265,89	992 392,99	198 478,60	176 425,42	99 213,30	99 213,30
6	1+2+3+4+5+6	1 522 283,15	59 193,39	44,23%	10%	152 228,32	1 370 054,84	274 010,97	243 565,30	118 386,77	118 386,77
7	1+2+3+4+5+6+7	1 664 110,03	59 673,31	44,53%	10%	166 411,00	1 497 699,03	299 539,81	266 257,61	119 346,62	119 346,62
8	1+2+3+4+5+6+7+8	2 457 918,43	60 729,11	45,30%	10%	245 791,84	2 212 126,59	442 425,32	393 266,95	121 458,23	121 458,23
9	1+2+3+4+5+6+7+8+9	2 918 471,26	85 631,05	61,49%	10%	291 847,13	2 626 624,14	525 324,83	466 955,40	171 262,09	171 262,09

Gdzie:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.
2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.
3. Wymiana drzwi zewnętrznych.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian piwnic w części cokołowej.
5. Wymiana okien.
6. Ocieplenie dachu.
7. Docieplenie podłogi w piwnicy.
8. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu.
9. Modernizacja instalacji wentylacyjnej.

9 Analiza wariantowa efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

Lp	Opis usprawnienia	Jednostkowe koszty termomodernizacji	Jednostkowe roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zap. na energię	Wkład własny	Wkład własny	Procent dofinansowania	Kwota dofinansowania	SPBT bez uwzględnieniem dofinansowania	SPBT z uwzględnieniem dofinansowania
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]	[lata]	[lata]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	257 758,80	18 295,75	14,92%	10,00%	25 775,88	90,00%	231 982,92	14,09	1,41
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	203 578,21	11 678,13	28,73%	10,00%	20 357,82	90,00%	183 220,39	17,43	1,74
3	Wymiana drzwi zewnętrznych.	24 060,00	1 133,82	32,35%	10,00%	2 406,00	90,00%	21 654,00	21,22	2,12
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian piwnic w części cokołowej	338 152,67	11 367,10	33,37%	10,00%	33 815,27	90,00%	304 337,40	29,75	2,97
5	Wymiana okien	279 109,19	7 131,86	44,01%	10,00%	27 910,92	90,00%	251 198,27	39,14	3,91
6	Ocieplenie dachu.	419 624,28	9 586,73	56,24%	10,00%	41 962,43	90,00%	377 661,85	43,77	4,38
7	Docieplenie podłogi w piwnicy	141 826,88	479,92	71,03%	10,00%	14 182,69	90,00%	127 644,19	295,52	29,55
8	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu	793 808,40	1 055,80	79,84%	10,00%	79 380,84	90,00%	714 427,56	751,85	75,19
9	Modernizacja instalacji wentylacyjnej	460 552,83	24 901,93	112,41%	10,00%	46 055,28	90,00%	414 497,55	18,49	1,85
10	Wymiana oświetlenia	148 000,00	33 172,65	69,00%	10,00%	14 800,00	90,00%	133 200,00	4,46	0,45
11	Budowa instalacji fotowoltaicznej	70 720,00	8 119,74	7,43%	10,00%	7 072,00	90,00%	63 648,00	8,71	0,87

Uwaga! W myśl ustawy termomodernizacyjnej koszt oraz oszczędności energii wynikające z modernizacji instalacji oświetleniowej oraz budowy instalacji fotowoltaicznej nie zostały uwzględnione w karcie audytu energetycznego budynku.

Koszty całkowite	zł	3 137 191,26
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	126 923,43
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	24,72

9.1 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Na podstawie wykonanej analizy, w myśl ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się **wariant**, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

Gdzie:

1. Kompletna wymiana instalacji centralnego ogrzewania.
2. Kompletna wymiana instalacji ciepłej wody użytkowej.
3. Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5\text{W/m}^2\text{K}$.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian piwnic w części cokołowej warstwą izolacji o grubości 10cm o współczynniku przewodzenia ciepła równym $0,023\text{W/mK}$.
5. Wymiana okien na nowe, szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$.
6. Ocieplenie dachu warstwą izolacji o grubości 24cm o współczynniku przewodzenia ciepła równym $0,040\text{W/mK}$.
7. Docieplenie podłogi w piwnicy warstwą izolacji o grubości 5cm o współczynniku przenikania ciepła równym $0,04\text{W/mK}$.
8. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic w przyziemiu warstwą izolacji o grubości 5cm o współczynniku przewodzenia ciepła równym $0,023\text{W/mK}$.
9. Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła zastępującej instalację grawitacyjną.

Dodatkowo uzasadnione jest wykonanie:

1. Wymiana oświetlenia w budynku poprzez zastąpienie ok. 148 opraw jarzeniowych nowymi oprawami ze źródłami LED.
2. Wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku (na połaci południowej) poprzez zamontowanie 32 sztuk paneli.

10 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Zużycie ciepła

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

Lp.	Pomieszczenia	Liczba użytkowników	Kubatura netto	Współ Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m ³		m ³ /h lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją						
1	Pomieszczenia	50	-	1,20	20	1 200,0
2	Piwnice	-	1193,30	1,20	0,3	429,6
Razem pomieszczenia ogrzewane						1 629,6
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia	50	-	1,00	20	1 000,0
2	Piwnice	-	1193,30	1,00	0,3	358,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						1 358,0

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN 12831

„Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”:

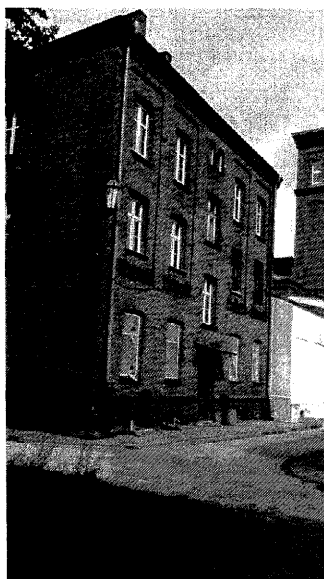
Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Kubatura netto	Współ Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m ³		m ³ /h lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją						
1	Pomieszczenia ogrzewane	-	3256,80	1,20	1	3 908,2
2	Piwnice	-	1193,30	1,20	0,3	429,6
Razem pomieszczenia ogrzewane						4 337,7
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia ogrzewane	-	3256,8	1,00	1	3 256,8
2	Piwnice	-	1193,3	1,00	0,3	358,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						3 614,8

Załącznik 3

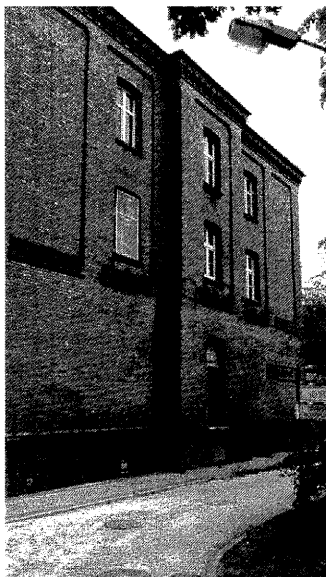
Rysunki



Elewacja E i N



Elewacja E



Elewacja S



Elewacja N i W

Załącznik 3

Obliczenie mocy cieplnej systemu grzewczego oraz zużycia energii na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem wyznaczonego strumienia powietrza wentylacyjnego - wydruki komputerowe z programu Audytor OZC 6.7Pro.