



Project Energy

smart energy solutions

PROJECT ENERGY Sp. z o.o.
90-437 Łódź, al. Kościuszki 80/82
NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961
www.projectenergy.pl

Tytuł opracowania

AUDYT ENERGETYCZNY MAZOWIECKIEGO
SZPITALA SPECJALISTYCZNEGO SP. Z O.O.

Adres obiektu

UL. JULIANA ALEKSANDROWICZA 5, 26-617
RADOM

Inwestor

Mazowiecki Szpital Specjalistyczny Sp. z o.o.
ul. Juliana Aleksandrowicza 5, 26 - 617 Radom

Opracował

mgr inż. Agnieszka Orłowska
mgr inż. Paweł Filaber

Data wykonania

21 GRUDNIA 2016 R.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	2000
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Mazowiecki Szpital Specjalistyczny Sp. z o.o. ul. Juliana Aleksandrowicza 5, 26-617 Radom	1.4 Adres budynku	ul. Juliana Aleksandrowicza 5, 26-617 Radom
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Project Energy Sp. z o.o., al. Kościuszki 80/82, 90-437 Łódź, NIP 525-257-02-54			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420; Uprawnienia Weryfikatora NFOŚiGW nr W050			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
5. Miejsowość:	Łódź	Data wykonania opracowania:	21.12.2016r
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 MODERNIZACJI INSTALACJI OŚWIETLENIA.....		22
8	ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII.....		24
9	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		25
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		27

2 Karta audytu energetycznego zespołu budynków¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Mieszana: tradycyjna murowana/prefabrykowana	Mieszana: tradycyjna murowana/prefabrykowana
2.	Liczba kondygnacji	11	11
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	71 904,00	71 904,00
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	23 968,00	23 968,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych	23 968,00	23 968,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	2 093	2093
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Agregat kogeneracyjny	Agregat kogeneracyjny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, zamknięta, źródłem ciepła jest agregat kogeneracyjny	Instalacja tradycyjna rurowa, zamknięta, źródłem ciepła jest agregat kogeneracyjny
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,26	0,26
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Drzwi zewnętrzne	1,700	1,500
2.	Okno zewnętrzne	3,600	1,100
3.	Podłoga na gruncie	0,766	0,766
4.	Stropodach wentylowany	0,741	0,172
5.	Ściana zewnętrzna piwnic cokół	0,657	0,228
6.	Ściana zewnętrzna	0,396	0,396
7.	Ściana zewnętrzna piwnic przy gruncie	0,540	0,540
8.	Ściana zewnętrzna do ocieplenia	1,649	0,230
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96

3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,75	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	0,90	0,90
2.	Sprawność przesyłania	0,50	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,85	0,85
4.	Sprawność akumulacji	1,00	2,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały wentylacyjne/nawiewniki	Okna/ kanały wentylacyjne/nawiewniki
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	34 535	31 395
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,48	0,44
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	1489,44	1030,22
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	2,52	2,52
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	9 043,20	4 713,80
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	13 083,33	3 519,86
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	15 781,27	13 151,06
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	105	55
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	152	41
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]	5,96	5,96
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	3,02	2,52
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	0,27	0,06
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu ⁵⁾ [zł]	10 333 105,45	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	43,7%
Planowane koszty całkowite [zł]	12 156 594,65	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	75 197,63		

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 architektoniczno-budowlana.
- 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

Audyt energetyczny budynku Mazowieckiego Szpitala Specjalistycznego w Radomiu

(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

Grudzień 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 85% 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:

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,
- modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej,
- modernizacja systemu wentylacji,
- ocieplenie stropodachu,
- ocieplenie ścian zewnętrznych w tym ścian cokołowych piwnic,
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej,
- 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 2017 roku.

W audycie należy dodatkowo uwzględnić możliwość wymiany instalacji oświetleniowej w budynku oraz budowę instalacji fotowoltaicznej pokrywającej częściowe zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek został oddany do użytkowania w 2000 roku. Posiada konstrukcję mieszaną tradycyjną murowaną oraz prefabrykowaną. Budynek posiada od dwóch do 11 kondygnacji i jest podpiwniczony. Ściany zewnętrzne ocieplone warstwą styropianu, stropodach wentylowany ocieplony warstwą wełny mineralnej. Pomimo istniejącego ocieplenia ściany nie spełniają obecnie obowiązujących przepisów związanych z minimalnym współczynnikiem przenikania przegród budowlanych.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku występują okna PCV oraz stalowe pochodzą z lat budowy obiektu i charakteryzuje się współczynnikiem przenikania ciepła równym $3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Drzwi w budynku są w większości wymienione na nowe o współczynniku przenikania ciepła równym $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest częściowo poprzez wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną uzupełnieniem systemu jest wentylacja grawitacyjna - świeże powietrze dostaje się do środka przez kanały nawiewne, rozszczelnienia okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest węzeł ciepłowniczy zasilany z własnej kotłowni gazowej i bloku kogeneracyjnego, zlokalizowany w wydzielonym pomieszczeniu.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

W budynku występują tradycyjna instalacja stalowa dwururowa z rozdziałem dolnym, w systemie zamkniętym. W instalacji zastosowano grzejniki żeliwne, fawiera oraz świecowe bez zaworów termostatycznych.

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

Lp.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,960
2	Przesył ciepła	η_d	0,960
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,750
4	Układ akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e =$	η	0,691
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 cieplnym znajdującym się w budynku. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	η_g	0,90
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 $\eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e =$	η	0,38

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 5). 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 5).

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	1,4894
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	9 043,20
Ogólna sprawność systemu	%	69,12
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem	GJ/rok	13 083,33

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	5,96
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	1,49
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem	GJ/rok	13 083,33
Roczna opłata zmienna	zł/rok	77 971,43
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	77 971,43
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wynikająca z pracy istniejącego układu kogeneracyjnego		
**) - 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	5,96
Om**	zł/mc	0,00
A _{b0}	zł/mc	0,00

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,00
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	15 781,27
Roczna opłata zmienna	zł/rok	94 050,07
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	94 050,07
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wynikająca z pracy istniejącego układu kogeneracyjnego		
**) - 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	77 971,43
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	94 050,07
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	172 021,51

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	$^{\circ}\text{C}$	20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-18
S_d	dzień \cdot K/a	3835
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	5,96
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	5,96
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 (ścian zewnętrznych, stropodachu) nie spełniają obowiązujących przepisów. Również stolarka otworowa nie spełnia obowiązujących przepisów powodując znaczne straty ciepła przez przenikanie oraz infiltrację zimnego powietrza do przestrzeni ogrzewanych. Sprawności instalacji ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji są niskie 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. W ramach usprawnienia planuje się między innymi wymianę części pionów i poziomów instalacji, montaż zaworów podpionowych i odpowietrzających, izolację przewodów w pomieszczeniach nieogrzewanych, wymianę starych grzejników na nowe stalowe higieniczne, montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach.

Rodzaj źródła	jedn.	przed modern.	po modern.
Moc zamówiona	MW	1,4894	1,4894
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby	GJ/rok	9 043	9 043
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	69%	86%
Obniżenie nocne	%	100%	80%
Obniżenie tygodniowe	%	100%	80%
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby	GJ/rok	13 083	6 753
Oz	zł/GJ	5,96	5,96
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	77 971,43	40 243,32
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	77 971,43	40 243,32
		Różnica	37 728,11
		Koszt	5 500 000,00
		SPBT	145,8

6.2 Usprawnienia dotyczące systemu wentylacji

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

Dane do obliczeń	Jednostki	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	1 019,36	902,99
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w	GJ/rok	4 629,02	4 145,69
Ogólna sprawność systemu odzysku ciepła	%	70%	80%
Oz	zł/GJ	4,85	4,85
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	22 428,54	20 086,71
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	22 428,54	20 086,71
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,027	0,027
Zapotrzebowanie na energię elektryczną centrali	kWh/rok	30 660,00	21 900,00
Roczny koszt eksploatacji centrali nawiewno-	zł/rok	827,82	591,30
		Różnica	2 578,35
		Koszt	1 350 000,00
		SPBT	523,6

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 ciepłej wody użytkowej poprzez podwyższenie sprawności przesyłu dzięki wykonaniu wymiany części starej instalacji.

Dane do obliczeń	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u.	0,9069	0,9069
Całkowita sprawność instalacji cwu	38%	46%
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	16242,98	13535,82
Opłata stała	0,00	0,00
Opłata zmienna	5,96	5,96
Abonament	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	0,00	0,00
Roczna opłata stała	96 801,66	80 668,05
Roczna opłata abonamentowa	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	96 801,66	80 668,05
Różnica		16 133,61
Koszt		1 462 795,85
SPBT		90,67

6.4 Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu 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 grudzień 2016r.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	2 570,00	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	2 570,00	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	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	(m ² *K)/W		4,00	4,50	5,00
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,350	5,35	5,85	6,35
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,741	0,187	0,171	0,157
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	599,37	151,20	138,28	127,39
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,076	0,019	0,018	0,016
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		2 670,91	2 747,93	2 812,83
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		297,00	300,00	306,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		763 290,00	771 000,00	786 420,00
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		285,78	280,57	279,58
Wybrany wariant: 2		Koszt: 771 000,00 zł		SPBT= 280,6 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu warstwą izolacji o grubości 18cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040\text{W/mK}$. 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) (SPBTmin)".

6.5 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych do ocieplenia

Rozpatruje się ocieplenie części ścian zewnętrznych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2016r.

λ	0,036	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	190,00	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	190,00	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	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	(m ² *K)/W		3,61	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,606	4,218	4,773	5,329
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,649	0,237	0,210	0,188
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	103,80	14,93	13,19	11,81
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,013	0,002	0,002	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		529,66	540,01	548,21
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1 140,00	1 200,00	1 320,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		216 600,00	228 000,00	250 800,00
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		408,9	422,2	457,5
Wybrany wariant: 2		Koszt: 228 000,00 zł		SPBT= 422,2 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu części ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2017 oraz warunków 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) (SPBTmin)".

6.6 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych cokołowych piwnic

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych cokołowych piwnic warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035\text{W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2016r.

λ	0,035	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	411,60	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	473,34	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		2,29	2,86	3,43
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,522	3,808	4,379	4,951
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,657	0,263	0,228	0,202
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	89,59	35,81	31,14	27,54
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,011	0,004	0,004	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		320,50	348,35	369,77
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		285,00	300,00	321,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		134 901,90	142 001,80	151 942,14
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		420,9	407,6	410,9
Wybrany wariant: 2		Koszt: 142 001,80 zł		SPBT= 407,6 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 10cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. 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) (SPBTmin)".

6.7 Usprawnienie dotyczące okien

Rozpatruje się wyłącznie wymianę okien na nowe szczelne PCV. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{ok} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2016r.

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 3\,144,82\text{m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	3,60	1,30	1,10	0,90
2	Cr	-	1,10	1,00	1,00	1,00
3	Cm	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q0, Q1	GJ/a	5438,62	1963,95	1661,80	1359,66
5	q0, q1	MW	0,4529	0,1635	0,1384	0,1132
6	Dorok+Dorw	zł/rok		20 707,7	22 508,3	24 309,0
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		765,00	850,00	977,50
	N_{ok}	zł		2405787,30	2673097,00	3074061,55
	SPBT	lata		116,18	118,76	126,46
Wybrany wariant: 2			Koszt: 2 673 097,00 zł		SPBT= 118,8 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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) (SPBTmin)".

6.8 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę części drzwi zewnętrznych (starych drzwi stalowych i drewnianych) na nowe szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{dz} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe listopad 2016r.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 10,53m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$W/m^2 \cdot K$	1,7	1,6	1,5	1,4
2	Cr	-	1,0	1,0	1,0	1,0
3	Cm	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Q0, Q1	GJ/a	13,96	13,58	13,20	12,81
5	q0, q1	MW	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
6	Dordz+Dordz	zł/rok		2	5	7
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		2 679,49	2 820,51	3 666,67
	N_{dz}	zł		28 215,00	29 700,00	38 610,00
	SPBT	lata		12337,28	6493,3	5627,53
Wybrany wariant: 2			Koszt: 29 700,00 zł		SPBT= 6493,3 lat	

Ze względu na niższy koszt inwestycyjny do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,5 W/m^2K$ pomimo, że czas zwrotu inwestycji jest krótszy dla wariantu 3. 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) (SPBTmin)".

6.9 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 okien	2 673 097,00	118,8
2	Ocieplenie stropodachu	771 000,00	280,6
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych cokołowych	142 001,80	407,6
4	Ocieplenie części ścian zewnętrznych	228 000,00	422,2
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	29 700,00	6493,3

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

Uwaga! Usprawnienie związane z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania jest traktowane priorytetowo stąd niezależnie od wartości SPBT w tabeli zostanie przedstawione jako pierwsze.

lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	5 500 000,00	145,78
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	1 462 795,85	90,67
3	Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła	1 350 000,00	523,6

7 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia

7.1 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 źródeł światła w budynku	Moc pojedynczego źródła światła	Moc źródeł światła [kW]
1	Świetlówki o zapłonie indukcyjnych	3840	72,00	276,48
2	Świetlówki o zapłonie indukcyjnych	840	36,00	30,24
3	Świetlówki o zapłonie indukcyjnych kasetony	960	72,00	69,12
4	Świetlówki o zapłonie indukcyjnych plafony	1272	60,00	76,32
Razem liczba i moc zainstalowana źródeł światła kW		6 912,00	452 160,00	452,16
Razem liczba i moc zainstalowana źródeł światła do wymiany		2 112,00	96,00	202,75

W związku z uciążliwym charakterem pracy tradycyjnych świetlówek dużym poborem prądu, wytwarzanych hałasem oraz awaryjnością, w analizowanym budynku planuje się zastąpienie tradycyjnych świetlówek, świetlówkami LED w wariantcie 1 oraz dodatkowo zastosowanie automatyki sterującej w wariantcie 2.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N	W/m ²	35,00	35,00	35,00
2	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	3 000,00	3 000,00	3 000,00
3	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	2 000,00	2 000,00	2 000,00
4	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	-	1,00	1,00	0,90
5	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O	-	1,00	1,00	0,80

6	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1,00	1,00	0,80
	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji	-	1,00	1,00	0,75
7	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI$	kWh/m ² rok	175,00	175,00	75,60
	Zmniejszenie zużycia energii ze względu na zastosowanie wysokosprawnych źródeł LED	%	-	25%	25%
8	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_f \cdot LENI \cdot$ sprawność LED	kWh/rok	4 194 400,00	3 145 800,00	1 358 985,60
9	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{KL}	kWh/rok		1 048 600,00	1 786 814,40
10	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed}	zł/kWh	0,027	0,027	0,027
11	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K	zł/rok	113 248,80	84 936,60	36 692,61
12	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_k	zł/rok		28 312,20	76 556,19
13	Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U	zł		3 500 000,00	4 043 520,00
14	Prosty czas zwrotu $SPBT$	lat		123,62	52,82
Wybrany wariant: 2		Koszt: 4 043 520,00 zł		SPBT= 52,82lat	

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 N_U Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych opracowano na podstawie dokumentacji projektowo-kosztorysowej firmy instalacyjnej elektrycznej obejmującej projekt, dostawę opraw oraz koszty robocizny.

³⁾ Wartości emisji CO_2 przyjęte na podstawie struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce oraz wartości emisji opublikowanych przez KOBIZE Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Do dalszej analizy przyjmuje się wykonanie modernizacji ok. 2112 źródeł światła o łącznej mocy 202,75kW polegającej na wymianie opraw i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED oraz zastosowanie automatyki sterującej.

8 Analiza możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii

8.1 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

W analizowanym przypadku rozpatruje się wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych do częściowego pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną budynku.

lp	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	4 194 400,00	4 194 400,00	4 194 400,00
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł	113 248,80	113 248,80	113 248,80
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	17,10	19,00	20,90
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	29,07	32,30	35,53
5	Projektowana moc instalacji	Wp	4 446,00	4 940,00	5 434,00
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	4 024,86	4 472,07	4 919,28
7	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,027	0,027	0,027
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	331 200,00	360 000,00	405 086,40
9	Procentowe pokrycie mocy zamówionej	%	0,10%	0,11%	0,12%
10	Oszczędności	zł/rok	108,67	120,75	132,82
11	SPBT	lata	3047,72	2981,47	3049,88
12	Redukcja emisji CO ₂	kgCO ₂ /rok	3 268,19	3 631,32	3 994,45

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią dachu możliwą do zabudowania.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 19 paneli o łącznej powierzchni 32,3m² wytwarzającej średniorocznie 4 472,07 kWh, co będzie stanowiło pokrycie ok. 0,11% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną budynku.



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	Redukcja emisji
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]	[lata]	[lata]	[tonCO ₂ /rok]
1	modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,	5 500 000,00	37 728,11	21,93%	15,00%	825 000,00	85,00%	4 675 000,00	145,78	21,87	355,15
2	modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej,	1 462 795,85	15 675,01	9,11%	15,00%	219 419,38	85,00%	1 243 376,47	93,32	14,00	147,55
3	wymiana okien zewnętrznych,	2 673 097,00	16 970,13	9,87%	15,00%	400 964,55	85,00%	2 272 132,45	157,52	23,63	159,75
4	ocieplenie stropodachu,	771 000,00	2 050,26	1,19%	15,00%	115 650,00	85,00%	655 350,00	376,05	56,41	19,30
5	ocieplenie ścian zewnętrznych	142 001,80	245,96	0,14%	15,00%	21 300,27	85,00%	120 701,53	577,34	86,60	2,32
6	ocieplenie ścian zewnętrznych,	228 000,00	374,30	0,22%	15,00%	34 200,00	85,00%	193 800,00	609,14	91,37	3,52
7	wymiana drzwi zewnętrznych,	29 700,00	2,98	0,00%	15,00%	4 455,00	85,00%	25 245,00	9 961,16	1 494,17	0,03
8	modernizacja instalacji wentylacyjnej.	1 350 000,00	2 150,88	1,25%	15,00%	202 500,00	85,00%	1 147 500,00	17,63	2,65	20,28
9	Wymiana oświetlenia	4 043 520,00	76 556,19	67,60%	15,00%	606 528,00	85,00%	3 436 992,00	52,82	7,92	2 302,36
10	Budowa instalacji fotowoltaicznej	360 000,00	120,75	0,11%	15,00%	54 000,00	85,00%	306 000,00	2 981,47	447,22	3,63

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

Koszty całkowite	zł	16 560 114,65
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	151 874,56
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	109,04
Oszczędności energii całkowitej Ec + Eel	%	52%
E _{ph co + went}	kWh/m ² rok	28,70

Audyt energetyczny budynku Mazowieckiego Szpitala Specjalistycznego w Radomiu

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:

1. modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,
2. modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej,
3. wymiana okien zewnętrznych,
4. ocieplenie stropodachu,
5. ocieplenie ścian zewnętrznych cokołowych,
6. ocieplenie ścian zewnętrznych,
7. wymiana drzwi zewnętrznych,
8. modernizacja instalacji wentylacyjnej.

Dodatkowo uzasadnione jest wykonanie prac prowadzących do redukcji zużycia energii elektrycznej, polegających na wymianie oświetlenia w budynku oraz budowie instalacji fotowoltaicznej pokrywającej częściowe zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku.

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	Liczba użytkowników	2 093	-	1,10	15	34 534,5
Po modernizacji						
1	Liczba użytkowników	2 093	-	1,00	15	31 395,0

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	-	71904,00	1,10	2	158 188,8
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia	-	71904,00	1,00	2	143 808,0

Załącznik 2

Obliczenie mocy obliczeniowej na cele c.w.u. oraz zapotrzebowania na ciepło na c.w.u.

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp	Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	6,5	6,5	0,4	0,4
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	13 494,00	13 494,00	10 474,00	10 474,00
3	ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	4,19	4,19	4,19	4,19
4	gęstość wody ρ_w	kg/dm^3	1	1	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_w	$^{\circ}C$	55	55	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}C$	10	10	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	1	1	0,7	0,7
8	liczba dni w roku t_r	doba	365	365	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	1 676 760,2	1 676 760,2	49 056,4	49 056,4
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,9	0,9	0,9	0,9
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,50	0,60	0,50	0,60
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85	0,85	0,85
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,38	0,46	0,38	0,46

15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	4 383 686,9	3 653 072,4	128 252,0	106 876,7
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{Kw}	kWh/(m ² rok)	324,86	270,72	12,24	10,20
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{PW}	kWh/rok	3506949,49	2922457,91	102601,59	85501,33
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{PW}	kWh/(m ² rok)	259,89	216,57	9,80	8,16
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	15 781,3	13 151,1	461,7	384,8

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	861	861	1232	1232
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	352,0	352,0	7,0	7,0
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku	m ³ /h	16,837	16,837	0,479	0,479
	$V_{h\dot{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$					
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u.	-	1,79	1,79	1,64	1,64
	$N_h = 9,32 * L - 0,244$					
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,49	0,41	0,49	0,41
	$Q_{cwj} = C_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$					
6	Max. moc c.w.u.	kW	1580,1	1580,1	41,2	41,2
	$q_{cwumax} = V_{h\dot{s}r} * C_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$					
7	Średnia moc c.w.u.	kW	881,9	881,9	25,1	25,1

Załącznik 3

Rysunki



Blok 1B i 1A (elewacja E i N)



Blok 1A i 1D (elewacja N i W)



Blok 1C (elewacja W i S)



Blok 1C i 1B (elewacja E i S)



Blok 1B (elewacja S)



Blok 1C, 1B, 1A (elewacja E)



Orientacja

Załącznik 4

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.