



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 BUDYNKU PRZYCHODNI REJONOWEJ PRZY UL. WITA STWOSZA 1
WOJEWÓDZKIEGO SZPITALA ZESPOLONEGO W SKIERNIEWICACH

Adres obiektu

UL. WITA STWOSZA 1, 96-100 SKIERNIEWICE

Inwestor

WOJEWÓDZKI SZPITAL ZESPOLONY IM. STANISŁAWA
RYBICKIEGO W SKIERNIEWICACH
UL. RYBICKIEGO 1, 96-100 SKIERNIEWICE

Opracowali

mgr inż. Agnieszka Orłowska
mgr inż. Paweł Filaber

Data wykonania

29 września 2017r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szpitalny	1.2 Rok budowy	1885
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Wojewódzki Szpital Zespolony im. Stanisława Rybickiego w Skierniewicach ul. Rybickiego 1, 96-100 Skierniewice	1.4 Adres budynku	ul. Wita Stwosza 1, 96-100 Skierniewice
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:	
1	mgr inż. Agnieszka Orłowska	Obliczenia, opracowanie wyników	
2	mgr inż. Katarzyna Lonc	Obliczenia, opracowanie wyników Obliczenia OZC	
3	Paweł Gajda	Inwentaryzacja	
5. Miejscowość:	Łódź	Data wykonania opracowania:	29.09.2017r.
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		20
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		22
9	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC MODERNIZACYJNYCH W ZAKRESIE INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ.....		23
10	WSKAZANIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW		24
11	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU.....		25

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	1+poddasze	1+poddasze
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 592,50	1 592,50
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	455,00	455,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	455,00	455,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	6	6
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	węzeł cieplny	węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna stalowa rurowa, grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych	Instalacja tradycyjna stalowa rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,71	0,71
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Ściana zewnętrzna	1,199	0,189
2.	Drzwi zewnętrzne	5,100	1,300
3.	Okno zewnętrzne	3,600	0,900
4.	Podłoga na gruncie	0,446	0,430
5.	Dach	1,161	0,146
6.	Strop ciepło do góry	1,086	0,144
7.	Ściana zewnętrzna	1,264	0,190
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,77	0,88
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,90	0,96
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	0,97	0,97
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,60	0,85
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Grawitacyjna	Grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały wentylacyjne	Okna/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	156	120
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,10	0,08
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	57,74	22,05
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	34,15	34,15
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	506,28	188,00
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	745,47	227,08
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	105,18	55,68
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)]	309	115
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	455	139

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]	48,65	48,65
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	8665,18	8665,18
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	15,86	9,17
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	8665,18	8665,18
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	7,74	2,44
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu ⁵⁾ [zł]	334 698,13	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,8%
Planowane koszty całkowite [zł]	393 762,50	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	31 193,80		

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, zużycia ciepła itp.
- Wizja lokalna.
- Książki obiektów (powierzchnia użytkowa budynku).
- 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

Wrzesień 2017 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,
- ocieplenie stropodachu,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej,
- w budynku (instalacjach) należy zastosować system zarządzania energią,
- 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.

W audycie należy dodatkowo uwzględnić możliwość wymiany instalacji oświetleniowej z zastosowaniem systemu zarządzania energią.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek został wykonany w technologii tradycyjnej, murowanej. Ściany zewnętrzne murowane z cegły, dach pokryty blachą na deskowaniu. Budynek posiada jedną pełną kondygnację nadziemną oraz poddasze użytkowe.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna drewniana, w złym stanie technicznym, o wysokim współczynniku przenikania ciepła oraz niskiej szczelności powietrznej. Drzwi zewnętrzne drewniane o wysokim współczynniku przenikania ciepła oraz niskiej szczelności powietrznej.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie świeże powietrze jest dostarczane do wnętrza budynku przez nieszczelności i rozszczelnienia okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest węzeł ciepłowniczy zasilany z sieci ciepłowniczej.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

W budynku występuje instalacja tradycyjna stalowa rurowa ze starymi grzejnikami żeliwnymi bez zaworów termostatycznych.

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

Lp.	Opis	Wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,980
2	Przesył ciepła	η_d	0,770
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,900
4	Układ akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e =$	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 cieplnym znajdującym się w budynku, zasilanym z sieci ciepłowniczej.

Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	η_g	0,97
2	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	η_d	0,60
3	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	η_s	0,60
4	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	η_e	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e =$	η	0,35

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 6.9Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury (załącznik 4). 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 6.9Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 4).

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0577
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	506,28
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	745,47

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	48,65
Om**	zł/MW/mc	8 665,18
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,06
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	745,47
Roczna opłata zmienna	zł/rok	36 264,61
Roczna opłata stała	zł/rok	6 004,14
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	42 268,75
*) - 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	48,65
Om**	zł/mc	8 665,18
A _{bo}	zł/mc	0,00

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody	MW	0,034
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	105,18
Roczna opłata zmienna	zł/rok	5 116,75
Roczna opłata stała	zł/rok	3 551,34
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	8 668,09
*) - 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	42 268,75
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	8 668,09
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	50 936,84

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	3 696
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	8 665,18
O_{z0}	zł/GJ	48,65
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	8 665,18
O_{z0}	zł/GJ	48,65
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 dostateczny. 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 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 pionów i poziomów instalacji, montaż zaworów podpionowych i odpowietrzających, izolację przewodów w pomieszczeniach nieogrzewanych, wymianę starych grzejników na nowe płytowe, montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach. W systemie ogrzewania należy zastosować system zarządzania energią oraz monitoringu.

Rodzaj źródła	jedn.	przed modern.	po modern.
Moc zamówiona	MW	0,0577	0,0577
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby	GJ/rok	506	506
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	68%	83%
Obniżenie nocne	%	100%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby	GJ/rok	745	612
Oz	zł/GJ	48,65	48,65
Om	zł/MW/m-c	8 665,18	8 665,18
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	36 264,61	29 748,32
Roczna opłata stała	zł/rok	6 004,14	6 004,14
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	42 268,75	35 752,45
		Różnica	6 516,30
		Koszt	100 000,00
		SPBT	15,3

6.2 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 instalacji. W instalacji należy zastosować system zarządzania energią oraz monitoringu.

Dane do obliczeń	Jednostki	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u.	MW	0,0057	0,0057
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	GJ/rok	105,18	55,68
Całkowita sprawność instalacji cwu	%	35%	66%
Opłata zmienna	zł/MW/m-c	8 665,18	8 665,18
Opłata stała	zł/GJ	48,65	48,65
Abonament	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	589,99	589,99
Roczna opłata stała	zł/rok	5 116,75	2 708,87
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	5 706,74	3 298,86
		Różnica	2 407,88
		Koszt	12 500,00
		SPBT	5,19

6.3 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 wrzesień 2017r.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	373,75	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	373,75	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	0,874	6,37	6,87	7,37
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,144	0,157	0,145	0,136
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	152,19	20,88	19,36	18,05
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,017	0,002	0,002	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		7 922,21	8 013,82	8 093,00
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		277,20	280,00	285,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		103 603,50	104 650,00	106 743,00
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		13,08	13,06	13,19
Wybrany wariant: 2		Koszt: 104 650,00 zł		SPBT= 13,1 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu warstwą izolacji o grubości 24 cm 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})”.

6.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ 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 wrzesień 2017r.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	333,79	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	467,02	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		3,89	4,44	5,00
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,795	4,684	5,239	5,795
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,258	0,214	0,191	0,173
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	146,50	24,86	22,23	20,10
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,017	0,003	0,003	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		7 367,51	7 527,19	7 656,25
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240,00	250,00	262,50
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		112 084,80	116 755,00	122 592,75
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		15,2	15,5	16,0
Wybrany wariant: 2		Koszt: 116 755,00 zł		SPBT= 15,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o $\lambda = 0,036$ W/mK o grubości 16 cm. 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 okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę okien na nowe szczelne PCV. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2017r.

Powierzchnia okien do wymiany: P = 45,25 m ²						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	W/m ² *K	3,60	1,10	0,90	0,70
2	Cr	-	1,10	1,00	1,00	1,00
3	Cm	-	1,10	1,00	1,00	1,00
4	Q0, Q1	GJ/a	56,13	17,15	14,03	10,91
5	q0, q1	MW	0,0065	0,0020	0,0016	0,0013
6	Dorok+Dorw	zł/rok		2 366,6	2 555,9	2 745,2
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		807,50	950,00	1140,00
	N _{ok}	zł		36 539,38	42 987,50	51 585,00
	SPBT	lata		15,44	16,82	18,79
Wybrany wariant: 2			Koszt: 42 987,50 zł		SPBT= 16,8 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym 0,9 W/m²K. 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) (SPBTmin)”.

6.6 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych 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 wrzesień 2017r.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 12,05 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	5,10	1,50	1,30	1,10
2	Cr	-	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Cm	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q0, Q1	GJ/a	18,13	5,33	4,62	3,91
5	q0, q1	MW	0,0025	0,0007	0,0006	0,0005
6	Dordz+Dordz	zł/rok		803,0	847,6	892,2
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m^2		1260,00	1400,00	1680,00
	N_{dz}	zł		15183,00	16870,00	20244,00
	SPBT	lata		18,91	19,90	22,69
Wybrany wariant: 2				Koszt: 16 870,00 zł	SPBT= 19,9 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. 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) (SPBTmin)".

6.7 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	Ocieplenie stropodachu	104 650,00	13,1
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	116 755,00	15,5
3	Wymiana okien zewnętrznych	42 987,50	16,8
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	16 870,00	19,9

6.8 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	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	12 500,00	5,19
2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	100 000,00	15,35

7 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia

7.1 Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia pomieszczeń wraz z systemem zarządzania energią

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. W nowym systemie oświetleniowym należy zastosować system zarządzania energią.

lp	Typ	Ilość źródeł światła w budynku	Moc pojedynczego źródła światła	Moc źródeł światła [kW]
1	Świetlówka 40W	37,00	40,00	1,48
2	Żarówka 60W	14,00	60,00	0,84
3	Żarówka energooszczędna	2,00	11,00	0,02
4	Halogen punktowy	20,00	20,00	0,40
Razem ilość źródeł oraz moc zainstalowana źródeł światła kW		73,00	-	2,74

Analiza opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia wewnętrznego w pomieszczeniach:

Lp	Parametry	Jednostka	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Oświetlenie pomieszczeń całkowita moc zainstalowana do wymiany	kW	2,74	1,65
2	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia ¹⁾	h	2 000,00	2 000,00
3	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh	5 484,00	3 290,40
4	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	1 919,40	1 151,64
5	Emisja CO ₂	kgCO ₂ /rok	4 268,96	2 561,38
6	Roczna oszczędność energii	kWh		2 193,60
7	Roczna oszczędność kosztów Δ Qrok	zł/rok		767,76
8	Cena usprawnienia / wymiana opraw NU ²⁾	zł		21 900,00
9	SPBT=NU/DOrrok	lata		28,52
10	Oszczędności	%		40,00%
11	Redukcja emisji CO ₂ ³⁾	kgCO ₂ /rok		1 707,59

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. 73 źródeł światła o łącznej mocy 2,74 kW polegającej na wymianie opraw i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED jest opłacalne. W analizowanym przypadku planuje się zastosowanie minimum czujników ruchu sterujących pracą oświetlenia wewnętrznego oraz czujników natężenia oświetlenia naturalnego „czujek zmierzchowych” oświetlenia zewnętrznego budynku.

8 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	100 000,00	6 516,30	15,75%	15,00%	15 000,00	85,00%	85 000,00	15,35	2,30	4,13
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	12 500,00	2 407,88	5,82%	15,00%	1 875,00	85,00%	10 625,00	5,19	0,78	5,65
3	Ocieplenie stropodachu	104 650,00	9 243,72	18,67%	15,00%	15 697,50	85,00%	88 952,50	11,32	1,70	10,55
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	116 755,00	8 936,39	18,04%	15,00%	17 513,25	85,00%	99 241,75	13,07	1,96	15,28
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	16 870,00	2 970,63	5,95%	15,00%	2 530,50	85,00%	14 339,50	5,68	0,85	16,84
6	Wymiana okien zewnętrznych	42 987,50	1 118,88	2,24%	15,00%	6 448,13	85,00%	36 539,38	38,42	5,76	17,43

9 Analiza wariantowa efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac modernizacyjnych w zakresie instalacji elektrycznej

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	Wymiana oświetlenia	21 900,00	767,76	26,66%	15,00%	3 285,00	85,00%	18 615,00	28,52	4,28	1,71

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	415 662,50
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	31 961,56
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	13,01
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzgl. pozyskanego dofinansowania	lata	1,95

10 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. ocieplenie stropodachu,
4. ocieplenie ścian zewnętrznych,
5. wymiana okien zewnętrznych,
6. wymiana drzwi zewnętrznych,

Dodatkowo uzasadnione jest wykonanie prac związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcji zużycia energii elektrycznej:

1. wymiana oświetlenia w budynku na energooszczędne LED z zastosowaniem systemu zarządzania energią,

WSKAŹNIKI

Stopień zwiększenia efektywności energetycznej	%	66,8%
Wykorzystanie systemów monitoringu i zarządzania energią	-	tak
Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii	%	0,0%
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych (CO32)	kWh/rok	211 652,30
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (CO34)	ton CO ₂ / rok	19,21
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (CO34)	%	58,9%
Powierzchnia użytkowa budynku poddanego termomodernizacji	m ²	455,00
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	2,19
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	GJ/rok	567,89
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektów	GJ/rok	575,79

11 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 ogrzewane	6	-	1,30	20	156,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						156,0
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia ogrzewane	6	-	1,00	20	120,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						120,0

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	-	1592,50	1,30	1	2 070,3
Razem pomieszczenia ogrzewane						2 070,3
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia ogrzewane	-	1592,50	1,00	1	1 592,5
Razem pomieszczenia ogrzewane						1 592,5

Załącznik 2

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	6	6
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	325,0	325,0
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hśr} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,108	0,108
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L - 0,244$	-	6,02	6,02
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m3 wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,toi} / 10^6$	GJ/m ³	0,54	0,29
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{hśr} * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$	kW	34,2	34,2
7	Średnia moc c.w.u.	kW	5,7	5,7

Zapotrzebowanie na ciepło na cele ciepłej wody użytkowej przyjęto na podstawie rzeczywistego zużycia dla budynku.

Załącznik 3

Zdjęcia



Elewacja I



Elewacja II



Elewacja III

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 6.9Pro.