

AUDYT ENERGETYCZNY ZESPOŁU SZKÓŁ TECHNICZNO-ZAWODOWYCH IM. JANA PAWŁA II W ŻUROMINIE




INWESTOR:

Zespół Szkół Techniczno-Zawodowych
im. Jana Pawła II W Żurominie
ul. Lidzbarska 27
09-300 Żuromin

WYKONALI:

mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Agnieszka Orłowska

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szkolny	1.2 Rok budowy	1960r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Zespół Szkół Techniczno-Zawodowych im. Jana Pawła II W Żurominie ul. Lidzbarska 27 09-300 Żuromin	1.4 Adres budynku	ul. Lidzbarska 27 09-300 Żuromin Gmina: Żuromin Powiat: żuromiński Woj.: mazowieckie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 3/lok. 300, 02-362 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			
 mgr inż. Paweł Filaber Audytor Energetyczny ZAE 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1	mgr inż. Agnieszka Orłowska	Obliczenia OZC, opracowanie wyników	
5. Miejscowość:		Data wykonania opracowania:	19.04.2021r.
Warszawa			
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 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	OCENA OPŁACALNOŚCI WSKAZANYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH ENERGII ELEKTRYCZNEJ		19
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		22
9	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		24

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	1-2	1-2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5 952,00	5 952,00
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1 860,00	1 860,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0%	0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	616	616
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Kocioł olejowy	Przeptywowe podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi zasilana węzła cieplnego	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi zasilana z węzła cieplnego i pompy ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,0	1,0
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Drzwi zewnętrzne	2,000	2,000
2.	Okno zewnętrzne	1,700	1,700
3.	Podłoga na gruncie	0,690	0,690
4.	Stropodach/strop poddasza	0,771	0,147
5.	Ściana zewnętrzna	0,316	0,316
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	1,63
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,98
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,70	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	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]	2 976	2 976
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	195,71	141,78
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	14,34	14,34
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 030,20	581,32
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 061,08	370,20
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	145,63	56,89
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)]	154	87
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	158	55
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]*	-	33,63%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	55,77	112,03
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	2 768,52	0,00

3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	20,31	20,58
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)]	2,94	1,86
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł] - Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania c.w.u.	75,76	196,43
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu ⁵⁾ [zł]	726 839,25	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,6%
Planowane koszty całkowite [zł]	855 105,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	24 059,08		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej kW - NIE DOTYCZY**			
Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.			
²⁾ UOZE [%] 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⁾ Niepotrzebne skreślić.			

****)** W karcie audytu energetycznego wykazane są wyłącznie oszczędności energii cieplnej związane z termomodernizacją budynku. Oszczędności energii wynikające z modernizacji instalacji oświetlenia oraz montażu instalacji fotowoltaicznej nie zostały uwzględnione w karcie audytu energetycznego budynku. Tabela zbiorcza oszczędności znajduje się w dalszej części opracowania.

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 (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

Marzec 2021 r.

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

Inwestycja będzie realizowana z udziałem środków zewnętrznych. Przyjęto poziom dofinansowania wynoszący 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 oraz innych podwyższających efektywność energetyczną budynku.

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania;
- modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej;
- ocieplenie stropodachu i stropu poddasza;
- 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 grudniu 2020 roku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

Budynek posiada dokumentację fotograficzną z wizji lokalnej oraz inwentaryzację architektoniczną, która znajduje się w **załączniku nr 3** audytu.

4.2 Inwentaryzacja budynku

Budynek został wzniesiony w 1960, posiada konstrukcję tradycyjną murowaną, od jednej do dwóch kondygnacji nadziemnych i nie jest podpiwniczony. Ściany zewnętrzne zostały ocieplone w 2003 roku, stropodach oraz strop poddasza posiadają wysoki współczynnik przenikania ciepła, niespełniający obowiązujących warunków technicznych, dlatego zasadność jego ocieplenia zostanie poddana analizie w dalszej części opracowania.

4.3 Stolarka otworowa

W budynku występują okna dwuszybowe w ramach PCV w dobrym stanie technicznym. Drzwi zewnętrzne aluminiowe o wysokim współczynniku przenikania ciepła.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest poprzez wentylację grawitacyjną - świeże powietrze jest dostarczane do wnętrza budynku przez rozszczelnienia okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania jest węzeł cieplny w dobrym stanie technicznym.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania jest tradycyjna stalowa rurowa, grzejniki płytowe z zaworami termostatycznymi. Instalacja była modernizowana w 2013 r. i jest w dobrym stanie technicznym.

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

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g}$	0,99
2	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_{H,d}$	0,88
3	Sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła	$\eta_{H,e}$	0,90
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{H,s}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η_H	0,78
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu ogrzewania posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy pomocy starego kotła olejowego z zasobnikiem i wymaga modernizacji. Instalację można ją scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{W,g}$	0,65
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{W,d}$	0,70
3	Sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	0,85
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	$\eta_{W,e}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η_W	0,39

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 27 lutego 2015r z późniejszymi zmianami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR

OZC 6.9 Pro, 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 ogrzewcze 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 6.9 Pro, 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	0,1957
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	1 030,20
Ogólna sprawność systemu	%	78,40
Obniżenie nocne	%	95,00
Obniżenie tygodniowe	%	85,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 061,08

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	55,77
Om**	zł/MW/mc	2 768,52
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,20
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 061,08
Roczna opłata zmienna	zł/rok	59 174,51
Roczna opłata stała	zł/rok	6 501,89
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	65 676,40
*) - 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	75,76
Om**	zł/mc	0,00
A _{b0}	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0143
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	145,63
Roczna opłata zmienna	zł/rok	11 032,40
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	11 032,40
*) - 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	65 676,40
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	11 032,40
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	76 708,80

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t _{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	°C	20
t _{z0}	°C	-20
S _d (Warszawa)	dzień·K/a	3 847
Centralne ogrzewanie		
O _{m0}	zł/MW/m-c	2 768,52
O _{z0}	zł/GJ	55,77
Ab ₀	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O _{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O _{z0}	zł/GJ	75,76
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 stropodachu i stropu poddasza są wyższe od obowiązujących. W celu poprawienia izolacyjności cieplnej budynku w audycie zostanie rozważone ich ocieplenie. Sprawność instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej wymaga usprawnienia. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

6.1 Usprawnienie dotyczące instalacji centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się doposażenie w pompę ciepła typu powietrze – woda napędzaną elektrycznie. Zakłada się, że pompa ciepła będzie zapewniała 40% zapotrzebowania na ciepło, natomiast istniejący węzeł cieplny 60% zapotrzebowania.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1957	0,1957
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 030,2	1 030,2
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	-	0,99	1,63
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,d}$	-	0,88	0,88
Sprawność przesyłu $\eta_{H,e}$	-	0,90	0,90
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	-	1,00	0,98
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,784	1,268
Obniżenie nocne	-	0,85	0,85
Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 061,08	656,06
Oz	zł/GJ	55,77	112,03
Om	zł/MW/m-c	2 768,52	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	59 174,51	73 500,11
Roczna opłata stała	zł/rok	6 501,89	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	65 676,40	73 500,11
Różnica			-7 823,71
Koszt			250 000,00
SPBT			-32,0

Z przeprowadzonej analizy wynika, że proponowane przedsięwzięcie nie jest opłacalne pod względem ekonomicznym, jednak przyczynia się ono do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię cieplną dla budynku oraz powoduje redukcję emisji CO₂ przy planowanym zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej pokrywającej zapotrzebowanie na energię elektryczną dla budynku po termomodernizacji (opis w dalszej części opracowania), dlatego w dalszej analizie usprawnienie to

uznaje się za zasadne do wykonania. Poniższa tabela przedstawia analizę ekonomiczną w przypadku planowanego zastosowania instalacji fotowoltaicznej do pokrycia częściowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynku po termomodernizacji. Poniższe wyliczenia przedstawione są wyłącznie dla wykazania opłacalności planowanego przedsięwzięcia. Dalsze wyliczenia dotyczące instalacji fotowoltaicznej przedstawione są w części elektroenergetycznej audytu.

Zapotrzebowanie na ciepło do celów c.o.	182 239,42	kWh/rok
Pompa ciepła	72 895,77	kWh/rok
Energia elektryczna z sieci	43 453,30	kWh/rok
Energia elektryczna z instalacji PV	29 442,47	kWh/rok
Węzeł cieplny	109 343,65	kWh/rok

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1957	0,1957
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 030,2	1 030,2
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,78	1,268
Obniżenie nocne	-	0,85	0,85
Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 061,08	656,06
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu po odjęciu uzysku z PV	GJ/rok	1 061,08	550,07
Oz	zł/GJ	55,77	112,03
Om	zł/MW/m-c	2 768,52	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	59 174,51	61 625,49
Roczna opłata stała	zł/rok	6 501,89	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	65 676,40	61 625,49
Różnica			4 050,91
Koszt			250 000,00
SPBT			61,7

6.2 Usprawnienie dotyczące instalacji ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej. W ramach usprawnienia planuje się demontaż istniejącego kotła olejowego i zastąpienie go elektrycznymi podgrzewaczami przepływowymi.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u.	MW	0,01434	0,01434
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	145,63	56,89
Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,65	0,99
Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,70	1,00
Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	1,00
Sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,39	0,99
Oz	zł/GJ	75,76	196,43
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	11 032,40	11 175,17
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	11 032,40	11 175,17
Różnica			-142,77
Koszt			73 000,00
SPBT			-511,3

Z przeprowadzonej analizy wynika, że proponowane przedsięwzięcie nie jest opłacalne pod względem ekonomicznym, jednak przyczynia się ono do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię cieplną dla budynku oraz powoduje redukcję emisji CO₂ przy planowanym zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej pokrywającej zapotrzebowanie na energię elektryczną do celów c.w.u. po termomodernizacji (opis w dalszej części opracowania), dlatego w dalszej analizie usprawnienie to uznaje się za zasadne do wykonania. Poniższa tabela przedstawia analizę ekonomiczną w przypadku planowanego zastosowania instalacji fotowoltaicznej do pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną do celów c.w.u. po termomodernizacji. Poniższe wyliczenia przedstawione są wyłącznie dla wykazania opłacalności planowanego przedsięwzięcia. Dalsze wyliczenia dotyczące instalacji fotowoltaicznej przedstawione są w części elektroenergetycznej audytu.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u.	MW	0,01434	0,01434
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	145,63	56,89
Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,65	0,99
Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,70	1,00
Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	1,00
Sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,39	0,99
Oz z uwzględnieniem uzysku z instalacji PV	zł/GJ	75,76	0,00
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	11 032,40	0,00
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	11 032,40	0,00
Różnica			11 032,40
Koszt			73 000,00
SPBT			6,6

6.3 Usprawnienie dotyczące stropodachu i stropu poddasza

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu i stropu poddasza warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ 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 ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	2128,42	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	2128,42	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		5,00	5,50	6,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,297	6,30	6,80	7,30
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,771	0,159	0,147	0,137
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	545,40	112,34	104,07	96,94
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,066	0,014	0,013	0,012
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOr_u	zł/a		25 882,58	26 376,47	26 802,68
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		245,50	250,00	261,50
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		522 527,11	532 105,00	556 581,83
10	SPBT=NU/ ΔOr_u	lata		20,2	20,2	20,8
Wybrany wariant: 2		Koszt: 532 105,00 zł		SPBT= 20,2 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu i stropu poddasza warstwą izolacji o grubości 22 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ 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 Zestawienie optymalnych usprawnień 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 centralnego ogrzewania	250 000,00	-
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	73 000,00	-
3	Ocieplenie stropodachu i stropu poddasza	532 105,00	20,2

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

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ¹⁾	Zapotrz. CO ²⁾	Zapotrz. CO ³⁾	Zapotrz. CWU	Efekt	Koszt c.o. ⁴⁾	Koszt c.w.u. ⁴⁾	Koszt c.o.+c.w.u	Efekt
	MW	MW	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
III	0,141775	0,01434	581,32	370,2	56,9	780	41 474,55	11 175,17	52 649,72	24 059,08
II	0,195709	0,01434	1030,20	656,1	56,9	494	73 500,11	11 175,17	84 675,28	-7 966,48
I	0,195709	0,01434	1030,20	656,1	145,6	405	73 500,11	11 032,40	84 532,51	-7 823,71
Stan istn.	0,195709	0,01434	1030,20	1061,1	145,6	-	65 676,40	11 032,40	76 708,80	-

¹⁾ moc obliczeniowa dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 7.0 Pro (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych wg załącznika 1
- c.w.u obliczono w załączniku nr 2 na podstawie danych przekazanych od inwestora.

²⁾ zapotrzebowanie na ciepło dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 7.0 Pro (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z normą PN-83/B-03430/Az3:2000.

³⁾ zapotrzebowanie na ciepło obliczone w programie AUDYTOR OZC 7.0 Pro z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

⁴⁾ koszt ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej uwzględnia aktualne ceny nośnika wskazane w karcie audytu energetycznego.

Gdzie:

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
III	1+2+3
II	1+2
I	1

*oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodnie z tabelą rozdziału 6.4.

7 Ocena opłacalności wskazanych przedsięwzięć modernizacyjnych dotyczących energii elektrycznej

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji modernizacji budynku w zakresie instalacji zasilanych energią elektryczną. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącej instalacji oświetlenia,
- rozpatrzenie możliwości zastosowania instalacji OZE (zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną),
- propozycję rozwiązań modernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w rozpatrywanych budynkach,

Realizacja przedsięwzięć modernizacyjnych ma prowadzić do zmniejszenia kosztów generowanych przez instalację zużywającą energię elektryczną na potrzeby oświetlenia budynku oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną.

7.1 Informacje ogólne

Założono zużycie energii elektrycznej dla szkoły w stanie istniejącym na podstawie faktur z 2019r., które wynosi 42 420,15 kWh/rok, natomiast cena energii elektrycznej – 0,71 zł/kWh brutto.

7.2 Inwentaryzacja oświetlenia

Do oświetlenia pomieszczeń wykorzystuje się różne typy opraw i źródeł światła. We wszystkich pomieszczeniach wykorzystywane jest oświetlenie fluorescencyjne (światłówki), żarowe oraz LED.

Rozróżnia się następujące typy opraw:

Lp.	Typ oprawy	Ilość opraw [szt.]	Moc oprawy [W]	Moc poszczególnych źródeł światła [kW]
1	oprawa 2x22W	63	44	2,772
2	oprawa 4x18W	20	72	1,440
3	oprawa 60W	132	60	7,920
4	oprawa 40W	23	40	0,920
5	oprawa 2x18W	33	36	1,188
6	oprawa 22W	1	22	0,022
7	oprawa 250W	14	250	3,500
8	oprawa LED 33W	16	33	0,528
9	oprawa LED 38W	10	38	0,380
Razem moc zainstalowana źródeł światła [kW]				18,670
Razem moc zainstalowana źródeł światła do wymiany [kW]				17,762

7.3 Usprawnienie dotyczące wymiany opraw instalacji oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne oprawy LED

Rozpatruje się zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez wymianę opraw oświetleniowych na energooszczędne oprawy LED. W opracowaniu bierze się pod uwagę zastosowanie systemu zarządzania energią w postaci czujników ruchu lub czujek zmierzchowych w łazienkach oraz na korytarzach. Wymianie nie podlegają istniejące oprawy LED.

Lp	Parametry	Jed.	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Zainstalowana moc oświetlenia P_i	kW	18,67	7,45
	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t_d	h/rok	1 800	1 800
	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy t_n	h/rok	200	200
2	Czas użytkowania oświetlenia t_u ¹⁾	h/rok	2 000	2000
3	F_D	-	1,0	0,95
4	F_O	-	1,0	1,0
5	F_C	-	1,0	1,0
6	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh/rok	37 340,00	14 221,86
7	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	26 404,69	10 056,88
8	Roczna oszczędność energii	kWh		23 118,14
9	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		16 347,81
10	Cena usprawnienia N_U ²⁾	zł		143 000,00
11	$SPBT=N_U/DOrok$	lata		8,7
12	Oszczędności	%		61,9%

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 szacowanego kosztu nowych opraw, robocizny, baterii kompensujących oraz automatyki

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykonanie modernizacji istniejących opraw światła, polegającej na wymianie i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED oraz zastosowanie systemu zarządzania energią i oświetleniem w łazienkach oraz korytarzach w postaci czujników ruchu jest opłacalne.

7.4 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

W analizowanym przypadku rozpatruje się wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych do pokrycia częściowego zapotrzebowania na energię elektryczną przez systemy zmodernizowane (modernizacji instalacji centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej i oświetlenia).

Lp	Opis	Jed.	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	76 238,83	76 238,83	76 238,83
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł	53 911,70	53 911,70	53 911,70
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	145	147	149
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	246,5	249,9	253,3
5	Projektowana moc instalacji	Wp	49 300	49 980	50 660
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii elektrycznej z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	44 630,17	45 245,75	45 861,34
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	298 758,00	299 880,00	306 999,60
9	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	58,5%	59,3%	60,2%
10	Oszczędności	zł/rok	31 559,88	31 995,19	32 430,49
11	SPBT	lata	9,5	9,4	9,5

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 147 paneli o łącznej mocy ok. 49,98 kWp wytwarzającej średniorocznie 45 245,75 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 59% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane.

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
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	250 000,00	-7 823,71	33,6%	15%	37 500,00	85%	212 500,00
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	73 000,00	-142,77	7,4%	15%	10 950,00	85%	62 050,00
3	Ocieplenie stropodachu i stropu poddasza	532 105,00	32 025,56	23,7%	15%	79 815,75	85%	452 289,25
Podsumowanie termomodernizacji		855 105,00	24 059,08	64,6%	15%	128 265,75	85%	726 839,25
	Modernizacja instalacji oświetlenia	143 000,00	16 347,81	61,9%	15%	21 450,00	85%	121 550,00
	Montaż instalacji fotowoltaicznej	299 880,00	31 995,19	-	15%	44 982,00	85%	254 898,00
	Audyt elektroenergetyczny	442 880,00	48 343,00	-	15%	66 432,00	85%	376 448,00
	Całość projektu	1 297 985,00	72 402,08	67,0%	15%	194 697,75	85%	1 103 287,25

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.

Koszty całkowite	zł	1 297 985,00
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	72 402,08
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	17,9
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem pozyskanego dofinansowania	lata	2,7

8.1 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie wykonanej analizy jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się wariant, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
3. Ocieplenie stropodachu i stropu poddasza

Dodatkowo zaleca się wykonanie prac pozwalających na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej i emisji zanieczyszczeń do atmosfery:

- Modernizacja instalacji oświetlenia,
- Montaż instalacji fotowoltaicznej.

9 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	Kubatura netto	Współczynnik Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Pomieszczenia ogrzewane	5952,0	1,00	0,5	2 976,0
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia ogrzewane	5952,0	1,00	0,5	2 976,0

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	Kubatura netto	Współczynnik Cm	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Pomieszczenia ogrzewane	5952,0	1,00	0,5	2 976,0
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia ogrzewane	5952,0	1,00	0,5	2 976,0

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
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ / (m ² * dzień)	0,80	0,80
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana z wyłączeniem sali gimnastycznej)	m ²	1 860,00	1860,00
3	ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19
4	gęstość wody ρ_w	kg/dm ³	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu/ obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_w	°C	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,55	0,55
8	liczba dni w roku t_r^*	doba	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_r * t_r / (3600)$	kWh/rok	15 645,3	15 645,3
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,65	0,99
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,70	1,00
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	1,00
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,39	0,99
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	40 453,1	15 803,3
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	kWh/ (m ² rok)	21,75	8,50
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{pw}	kWh/rok	121 359,41	0,00
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{pw}	kWh/ (m ² rok)	65,25	0,00
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	145,6	56,9

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	616	616
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	8	8
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hśr} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,274	0,274
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L - 0,244$	-	1,94	1,94
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,49	0,19
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{hśr} * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$	kW	27,88	27,88
7	Średnia moc c.w.u.	kW	14,34	14,34

Załącznik 3

Zdjęcia



Elewacja S



Elewacja N

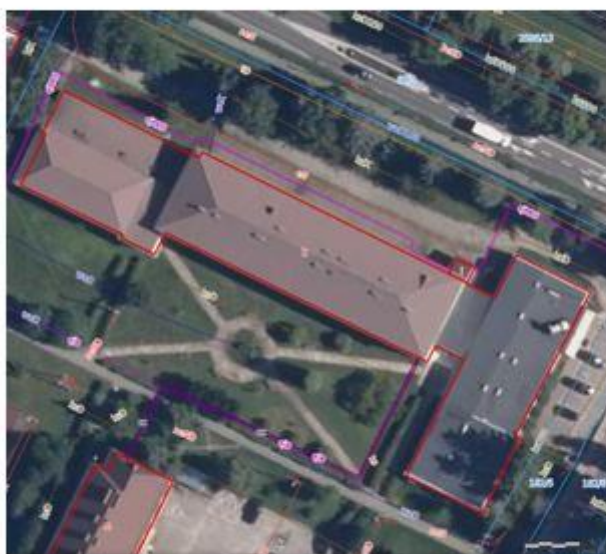


Elewacja W

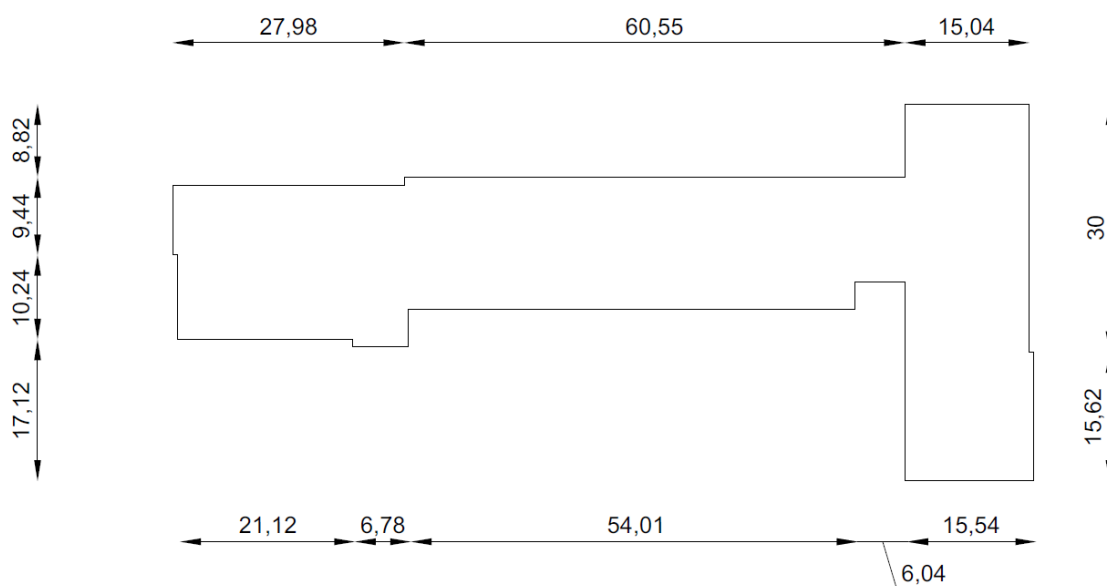


Elewacja E

Orientacja budynku



Rzut parteru



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 7.0 Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny Zespołu Szkół Techniczno-Zawodowych w Żurominie	
	stan istniejący	
Miejscowość:	09-300 Żuromin	
Adres:	ul. Lidzbarska 27	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Mława	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1860,00	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5952,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	155235	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	40474	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	195709	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	195709	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	105,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	32,9	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	357,1	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2976	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Mława	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2976,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1030,20	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	286166,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1860,00	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5952,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	553,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	153,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	173,1	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	48,1	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

stan istniejący

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Drzwi zewnętrzne	2,000	20,65
Okno zewnętrzne	1,700	472,81
Podłoga na gruncie	0,690	2128,42
Stropodach/strop poddasza	0,771	2128,42
Ściana zewnętrzna	0,316	1379,43

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan istniejący

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m ²	m ³
Pomieszczenia ogrzewane	20	1860	5952

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny Zespołu Szkół Techniczno-Zawodowych w Żurominie	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	09-300 Żuromin	
Adres:	ul. Lidzbarska 27	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Mława	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1860,00	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5952,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	101302	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	40474	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	141775	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	141775	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	76,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	23,8	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	357,1	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2976	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Mława	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2976,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	581,32	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	161477,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1860,00	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	5952,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	312,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	86,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	97,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	27,1	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród stan po termomodernizacji

Opis	U	A
	W/m ² ·K	m ²
Drzwi zewnętrzne	2,000	20,65
Okno zewnętrzne	1,700	472,81
Podłoga na gruncie	0,690	2128,42
Stropodach/strop poddasza	0,147	2128,42
Ściana zewnętrzna	0,316	1379,43

Wyniki - Zestawienie przegród stan po termomodernizacji

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m ²	m ³
Pomieszczenia ogrzewane	20	1860	5952

Załącznik 5

Obliczenie wskaźników projektu.

Obliczenie efektu ekologicznego.

Obliczenie emisji gazów i zanieczyszczeń

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2018 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2021.” opublikowane przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2019 opublikowane w grudniu 2020 r.” opublikowane przez KOBIZE

Wskaźniki jednostkowe emisji CO ₂ :			
Jedn.	Ciepłownie	Olej opałowy	Energia elektryczna
[kg/MWh]	342,18	278,64	719,0
[kg/GJ]	95,05	77,40	199,72

Lp	Opis usprawnienia	Energia cieplna		Energia elektryczna	Emisja CO ₂
		ciepłownia	Olej opałowy		
		[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[t/rok]
0	Stan istniejący	294,74	40,45		112,13
1	I	109,34	40,45	72,90	101,10
2	II	109,34	-	88,70	101,19
3	III	61,70	-	56,94	62,05
Podsumowanie termomodernizacji (redukcja)		233,04	40,45	-56,94	50,08
Stan istniejący elektroenergetyczny		-	-	42,42	30,50
Modernizacja oświetlenia		-	-	19,30	13,88
+/- termomodernizacja				76,24	54,82
Montaż instalacji fotowoltaicznej		-	-	30,99	22,28
Podsumowanie cz. elektrycznej (redukcja)		-	-	11,43	8,22

Podsumowanie	Energia z ciepłowni	Energia z oleju opałowego	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Emisja CO ₂
Stan istniejący	294,74	40,45	42,42	142,63
Stan po realizacji projektu	61,70	0,00	30,99	43,40
Całość projektu (redukcja)	233,04	40,45	11,43	99,23
	79,1%	100,0%	26,9%	69,6%

Obliczenie energii pierwotnej

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i			
Ciepłownie	Olej opałowy	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej
1,3	1,1	3,0	0,0

Opis	Energia cieplna z:		Energia elektryczna: z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna: z instalacji fotowoltaicznej	SUMA
	Ciepłownia	Olej opałowy			
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Energia końcowa					
Stan istniejący	294,74	40,45	42,42	0	377,62
Stan po realizacji projektu	61,70	0,00	30,99	45,25	137,94
Całość projektu (redukcja)	233,04	40,45	11,43	-45,25	239,68
	79,1%	100,0%	26,9%	n/d	63,5%
Energia pierwotna					
Stan istniejący	383,17	44,50	127,26	0,00	554,93
Stan po realizacji projektu	80,21	0,00	92,98	0,00	173,19
Całość projektu (redukcja)	302,96	44,50	34,28	0,00	381,74
	79,1%	100,0%	26,9%	n/d	68,8%

Opis	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną *)		
	Na potrzeby ogrzewania i wentylacji EP_H	Na potrzeby ciepłej wody użytkowej EP_W	Suma: EP_{h+w}
	[kWh/(m ² rok)]	[kWh/(m ² rok)]	[kWh/(m ² rok)]
Stan istniejący	206,00	23,92	229,93
Stan po realizacji projektu	61,98	0,00	61,98
Całość projektu (redukcja)	144,02	23,92	167,95
	70%	100%	73%

*) Wskaźniki w stanie po termomodernizacji uwzględniają zastosowanie instalacji fotowoltaicznej