

Kancelaria Audytorska
Paweł Filaber
ul. Rodzinna 4
05-200 Nowe Lipiny



Audyt energetyczny budynku Ośrodka Sportu i Rekreacji „Huragan” w Wołominie przy ul. Korsaka 4 w Wołominie



INWESTOR:

Gmina Wołomin
ul. Ogrodowa 4
05-200 Wołomin

WYKONAŁ:

mgr inż. Paweł Filaber



1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek Sportu i Rekreacji	1.2 Rok budowy	1958-2002
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Wołomin ul. Ogrodowa 4 05-200 Wołomin	1.4 Adres budynku	ul. Korsaka 4 05-200 Wołomin
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Kancelaria Audytorska Paweł Filaber, ul. Rodzinna 4, 05-200 Nowe Lipiny; REGON: 140756850			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin tel. +48 506 073 950, email: kontakt@kancelariaaudytorska.pl www.kancelariaaudytorska.pl UPR. Nr 703/CE-WSEiZ, audytor energetyczny nr ZAE 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1			
5. Miejscowość:	Nowe Lipiny	Data wykonania opracowania:	12.02.2016r
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		13
6	WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH DO ANALIZY OPŁACALNOŚCI NA PODSTAWIE WYWIADU ORAZ OCENY STANU TECHNICZNEGO.....		14
7	OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		15
8	ANALIZA EKOLOGICZNA PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA		34
9	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		36

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	2+ piwnica	2+ piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 062,60	6 062,60
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 132,47	2 132,47
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 132,47	2 132,47
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Ciepło sieciowe	Ciepło sieciowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Ciepło sieciowe	Ciepło sieciowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,85	0,85
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Dach widowni	0,359	0,359
2.	Dach hali sportowej	0,685	0,149
3.	Drzwi zewnętrzne stare	3,600	1,300
4.	Drzwi zewnętrzne nowe	1,300	1,300
5.	Świetlik dachowy z poliwęglanu	2,000	2,000
6.	Okno zewnętrzne PCV	1,300	1,300
7.	Luksfery	3,600	3,600
8.	Podłoga w piwnicy 31,7 cm	0,396	0,384
9.	Stropodach niewentylowany 73,0 cm	1,155	0,146
10.	Ściana zewnętrzna ocieplona	0,295	0,295
11.	Ściana zewnętrzna cokołowa	1,185	0,199
12.	Ściana zewnętrzna adm. ocieplona	0,471	0,195
13.	Ściana zewnętrzna nieocieplona	0,904	0,189
14.	Ściana zewnętrzna przy gruncie 52,0 cm	0,884	0,182
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00



6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały wentylacyjne	Okna/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	800	800
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,13	0,13
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	164,60	100,64
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	3,53	3,53
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	910,96	228,82
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 244,81	270,52
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	25,22	25,22
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 292,26	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	48,00	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	119	30
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	162	35
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	10,90
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	46,78	46,78
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	9671,77	9671,77
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	6,62	6,62



4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	9671,77	9671,77
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,02	0,95
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 050 040,49	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]*	64,91%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 312 550,62	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]*	113 120,05		

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

2) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

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

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

*uwzględniając wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i zastosowanie wysokosprawnego systemu oświetlenia.

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

- Projekt budowlany.
- 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 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr.223, poz.1459.
 - „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”.
 - „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.

- „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej”.
- 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”.

3.4 Wizja lokalna

Luty 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 z działania 4.2 Efektywność Energetyczna - typ projektów – termomodernizacja budynków użyteczności publicznej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020, w ramach którego można pozyskać dofinansowanie do wysokości 80% 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:

- wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynków w tym ścian cokołowych oraz fundamentów,
- wykonanie ocieplenia dachu i stropodachu,
- wykonanie wymiany stolarki otworowej,
- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,
- modernizacja instalacji wentylacyjnej hali sportowej,

- modernizacja instalacji oświetleniowej,
- wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku,
- należy obniżyć koszty ogrzewania budynku,
- należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO₂ w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku.

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji należy dopasować tak aby spełniały warunki techniczne mające zacząć obowiązywać w 2021 roku.

3.7 Dane do obliczeń

Zgodnie z wytycznymi programu, do optymalizacji usprawnień jeśli to możliwe, należy stosować metodę opartą na analizie kosztowej cyklu życia (LCCA) a nie analizę opartą na prostym czasie zwrotu inwestycji.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/WE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE nie została dotychczas w Polsce wdrożona i brak jest polskich przepisów umożliwiających wykonanie audytu energetycznego bazującego na analizie kosztowej cyklu życia (life-cycle cost analysis – LCCA).

W związku z powyższym audyt energetyczny wykorzystuje metodę SPBT (Simple Pay Back Time), która jest zapisana w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów i Rozporządzeniu wykonawczym do w/w Ustawy.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek części administracyjno-sportowej OSiR „Huragan” w Wołominie został wzniesiony w 1958 roku zaś budynek hali sportowej w roku 1962 i rozbudowany oraz poddany termomodernizacji w roku 2002. Konstrukcja budynków tradycyjna murowana częściowo ocieplona. Dach/stropodach prefabrykowany częściowo ocieplony. Budynki posiadają dwie kondygnacje nadziemne i są podpiwniczone.

Współczynniki przenikania ciepła dla poszczególnych przegród można scharakteryzować następująco:

Przegroda	U, W/m ² K		R, m ² K/W	
	Istniejące	Wymagane*	Istniejące	Wymagane*
Dach widowni	0,359	0,15	2,786	6,67
Dach hali sportowej	0,685	0,15	1,460	6,67
Drzwi zewnętrzne stare	3,600	1,30	-	-
Drzwi zewnętrzne nowe	1,300	1,30	-	-
Świetlik dachowy z poliwęglanu	2,000	1,30	-	-
Okno zewnętrzne PCV	1,300	0,90	-	-
Luksfery	3,600	-	-	-
Podłoga w piwnicy 31,7 cm	0,396	0,30	2,525	3,33
Stropodach niewentylowany 73,0 cm	1,155	0,15	0,866	6,67
Ściana zewnętrzna ocieplona	0,295	0,20	3,390	5,00
Ściana zewnętrzna cokołowa	1,185	0,20	0,844	5,00
Ściana zewnętrzna adm. ocieplona	0,471	0,20	2,123	5,00
Ściana zewnętrzna nieocieplona	0,904	0,20	1,106	5,00
Ściana zewnętrzna przy gruncie 52,0 cm	0,884	0,20	1,131	5,00
Dach widowni	0,359	0,15	2,786	6,67

*)wymagane – w rozumieniu WT2021.

Wartości współczynnika oporu przejmowania są niższe od obecnie obowiązujących.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna oraz część drzwi jest w dobrym stanie technicznym szczelna o niskim współczynniku przenikania ciepła. Stare drzwi zewnętrzne nie spełniają obowiązujących przepisów.

4.4 Wentylacja

Wentylacja części pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne, a świeże powietrze in filtruje do środka przez nieszczelności oraz rozszczelnienie okien. W hali sportowej

znajduje się indywidualna wentylacja mechaniczna bez odzysku ciepła (nieużywana). Wentylacja w budynku wymaga poprawy w szczególności instalacja wentylacji mechanicznej hali sportowej.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest węzeł ciepłowniczy znajdujący się w pomieszczeniach, zasilający instalacje centralnego ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna, pompowa, dwururowa z rozdziałem dolnym, system zamknięty z regulacją hydrauliczną oraz odpowietrzeniem na końcach pionów. Parametry czynnika grzejnego wynoszą 70/55°C. Instalacja jest stara i poddawana okresowym naprawom. W instalacji występują stare grzejniki żeliwne oraz płytowe bez zaworów termostatycznych. Instalacja co w hali sportowej została wymieniona na nową PCV z grzejnikami stalowymi płytowymi bez zaworów termostatycznych.

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

Lp.	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,990
2	Przesył ciepła	η_d	0,960
3	Regulacja i wykorzystania	η_e	0,770
4	Układ akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e =$	η	0,732
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,000
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,000

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w węźle ciepłowniczym.

Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

L.p.	Opis	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	η_g	0,98
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	η_d	0,60
3	Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	η_e	1,00
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e =$	η	0,59

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 rozporządzenie 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 6.6Pro, 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 6.6Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 4).

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 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”.
- „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej”.

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,1646
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO	GJ/rok	910,96
Ogólna sprawność systemu	%	73,18
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 244,81

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	46,78
Om**	zł/MW/mc	9 671,77
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,16
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 244,81
Roczna opłata zmienna	zł/rok	58 228,23
Roczna opłata stała	zł/rok	19 103,34
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	77 331,57
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.11 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody

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

Oz*	zł/GJ	46,78
Om**	zł/mc	9 671,77
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	25,22
Roczna opłata zmienna	zł/rok	1 179,49
Roczna opłata stała	zł/rok	409,45
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	1 588,94
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	77 331,57
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	1 588,94
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	78 920,51

4.13 Pozostałe instalacje

Budynki wyposażone są ponadto w instalacje zimnej wody i kanalizacji oraz elektryczną.

4.14 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
Sd	dzień·K/a	3 686
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	9 671,77
O_{z0}	zł/GJ	46,78
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	9 671,77
O_{z0}	zł/GJ	46,78
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 w tym stolarki otworowej (drzwi) nie spełniają obecnie obowiązujących przepisów. Sprawność instalacji ogrzewania oraz wentylacji mechanicznej nie jest wysoka i wymaga dodatkowych usprawnień. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych do analizy opłacalności na podstawie wywiadu oraz oceny stanu technicznego

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez dach/stropodach
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne cokołowe
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany fundamentów
5	Zmniejszenie strat ciepła przez nieszczelności okien
6	Zmniejszenie strat ciepła przez nieszczelności drzwi zewnętrznych
7	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej w hali sportowej
8	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

7 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło, na pokrycie strat na przenikanie ciepła przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach części administracyjno-sportowej oraz łącznika.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez dach hali sportowej.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez dach widowni.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne nieocieplone.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne ocieplone.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne cokołowe.
- Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany fundamentów.
- Zmniejszenie strat ciepła przez nieszczelności okien PCV.
- Zmniejszenie strat ciepła przez nieszczelności starych drzwi zewnętrznych.
- Zmniejszenie strat ciepła przez nieszczelności nowych drzwi zewnętrznych
- Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej w hali sportowej.
- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.

7.2 Wybór optymalnych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych spośród rodzajów ulepszeń określonych w punkcie 7.1

- **Ocieplenie stropodachu części administracyjno-sportowej oraz łącznika**

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu 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 styczeń 2016r.

λ	0,040	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	545,08	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	599,59	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	0,866	6,37	6,87	7,37
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,155	0,157	0,146	0,136
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	186,46	25,36	23,51	21,92
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,025	0,003	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		10 061,12	10 176,46	10 276,14
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		95,00	100,00	115,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		56 960,86	59 958,80	68 952,62
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		5,7	5,9	6,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 59 959 zł		SPBT= 5,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu warstwą izolacji o grubości 24cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody R_{min}=6,7m²K/W oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

• **Ocieplenie dachu hali sportowej**

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

λ	0,040	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	678,40	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	678,40	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,19	0,21	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		4,75	5,25	5,75
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	1,460	6,21	6,71	7,21
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,685	0,161	0,149	0,139
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	150,95	35,49	32,84	30,57
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,019	0,004	0,004	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		7 051,39	7 212,88	7 351,97
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	230,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		128 896,00	135 680,00	156 032,00
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		18,3	18,8	21,2
Wybrany wariant: 2		Koszt: 135 680,00 zł		SPBT= 18,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu dachu warstwą izolacji o grubości 21cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody R_{min}=6,7m²K/W oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

- **Ocieplenie dachu dobudowanej części hali sportowej (m. in. trybun)**

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

λ	0,040	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	160,32	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	160,32	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		3,50	4,00	4,50
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	2,786	6,29	6,79	7,29
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,359	0,159	0,147	0,137
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	18,70	8,29	7,67	7,15
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,002	0,001	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		635,76	673,05	705,21
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		171,00	180,00	207,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		27 414,72	28 857,60	33 186,24
10	SPBT=Nu/ ΔOru	lata		43,1	42,9	47,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 28 857,60 zł		SPBT= 42,9 lat		

Z przeprowadzonej analizy wynika, że czas zwrotu inwestycji przekracza graniczy (30lat) stąd w dalszej części opracowania usprawnienie związane z ociepleniem dachu nie będzie brane pod uwagę.

- **Ocieplenie ścian zewnętrznych nieocieplonych (budynek administracyjno-sportowy oraz łącznik)**

Rozpatruje się ocieplenie części ścian zewnętrznych nieocieplonych metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$ o trzech różniących się grubościach. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	494,77	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	593,72	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 ściany bez war. supremy	(m ² *K)/W	1,106	4,717	5,273	5,828
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,904	0,212	0,190	0,172
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	99,71	23,38	20,92	18,92
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,018	0,004	0,004	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a	6 740,57	5 159,92	5 326,46	5 461,25
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		152,00	160,00	168,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		90 246,05	94 995,84	99 745,63
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		17,5	17,8	18,3
Wybrany wariant: 2		Koszt: 94 995,84 zł		SPBT= 17,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody R_{min}=5,0m²K/W oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

• **Ocieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych (hali sportowej)**

Rozpatruje się ocieplenie części ścian zewnętrznych ocieplonych hali sportowej z przyległościami metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$ o trzech różniących się grubościach. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	844,19	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	1013,03	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,04	0,06	0,08
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		1,11	1,67	2,22
3	Opór cieplny R ściany bez war. supremy	(m ² *K)/W	3,390	4,501	5,056	5,612
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,295	0,222	0,198	0,178
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	77,33	58,24	51,84	46,71
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,010	0,008	0,007	0,006
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a	4 773,29	1 178,34	1 573,32	1 890,10
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		104,50	110,00	115,50
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		105 861,43	111 433,08	117 004,73
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		89,8	70,8	61,9
Wybrany wariant: 2		Koszt: 111 433,08 zł		SPBT= 70,8 lat		

Z przeprowadzonej analizy wynika, że czas zwrotu inwestycji przekracza graniczy (30lat) stąd w dalszej części opracowania usprawnienie związane z ociepleniem ścian hali sportowej nie będzie brane pod uwagę.

• **Ocieplenie ścian zewnętrznych cokołowych**

Rozpatruje się ocieplenie części ścian zewnętrznych cokołowych metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$ o trzech różniących się grubościach. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	125,95	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	163,74	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	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 ściany bez war. supremy	(m ² *K)/W	0,844	4,45	5,01	5,57
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,185	0,224	0,200	0,180
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	35,17	6,66	5,92	5,33
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,006	0,001	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		1 895,29	1 944,40	1 983,71
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		152,00	160,00	168,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		24 887,72	26 197,60	27 507,48
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		13,1	13,5	13,9
Wybrany wariant: 2		Koszt: 26 197,60 zł		SPBT= 13,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych cokołowych warstwą izolacji o grubości 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody R_{min}=5,0m²K/W oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

- **Ocieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych części administracyjno-sportowej**

Rozpatruje się ocieplenie części ścian zewnętrznych cokołowych metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,040\text{W/mK}$ o trzech różniących się grubościach. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

λ	0,040	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	50,88	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	61,06	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		2,50	3,00	3,50
3	Opór cieplny R ściany bez war. supremy	(m ² *K)/W	2,123	4,623	5,123	5,623
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,471	0,216	0,195	0,178
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	4,58	2,10	1,90	1,73
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a	325,45	175,99	190,58	202,57
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		88,40	93,00	97,70
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		5 397,35	5 678,21	5 965,17
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		30,7	29,8	29,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 5 678,21 zł		SPBT= 29,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych cokołowych warstwą izolacji o grubości 12cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,040\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody R_{min}=5,0m²K/W oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

• **Ocieplenie ścian fundamentów**

Rozpatruje się ocieplenie części ścian fundamentów metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$ o trzech różniących się grubościach. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	528,27	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	475,44	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		3,33	3,89	4,44
3	Opór cieplny R ściany bez war. supremy	(m ² *K)/W	1,131	4,465	5,020	5,576
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	0,884	0,224	0,199	0,179
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	38,67	9,80	8,71	7,85
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,019	0,005	0,004	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a	3 976,75	2 969,12	3 080,63	3 169,92
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180,50	190,00	199,50
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		85 817,46	90 334,17	94 850,88
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		28,9	29,3	29,9
Wybrany wariant: 2		Koszt: 90 334,17 zł		SPBT= 29,3 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 14cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) i warunku na minimalny opór cieplny przegrody $R_{min}=5,0\text{m}^2\text{K/W}$ oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

- **Wymiana okien**

Rozpatruje się wymianę okien na nowe o trzech różniących się współczynnikach przenikania ciepła U [W/m^2K]. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe styczeń 2016r.

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 178,94m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty usprawnień		
				1	2	3
1	U	$W/m^2 \cdot K$	1,30	1,20	1,10	0,90
2	Cr	-	1,20	1,00	1,00	1,00
3	Cm	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q0, Q1	GJ/a	64,45	59,49	54,54	44,62
5	q0, q1	MW	0,0093	0,0086	0,0079	0,0064
6	DOrok+DOrw	zł/rok		315,0	630,0	1 259,9
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		768,00	784,00	800,00
	N _{ok}	zł		137425,92	140288,96	143152,00
	SPBT	lata		436,29	222,69	113,62
Wybrany wariant: 3			Koszt: 143 152,00 zł	SPBT= 113,6 lat		

Z przeprowadzonej analizy wynika, że czas zwrotu inwestycji przekracza graniczy (30lat) stąd w dalszej części opracowania usprawnienie związane z wymianą okien PCV nie będzie brane pod uwagę.

- **Wymiana starej stolarki drzwiowej**

W związku z faktem, iż nowa stolarka drzwiowa spełnia wymagania stawiane w WT2021 w audycie zostanie poddana wyłącznie analiza wymiany starych drzwi w budynku.

Rozpatruje się wymianę starych drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła U równym $1,3\text{W/m}^2\text{K}$. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe stycznia 2016r.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 12,8\text{m}^2$				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,6	1,3
2	Cr	-	1,0	1,0
3	Cm	-	1,0	1,0
4	Q0, Q1	GJ/a	10,27	3,71
5	q0, q1	MW	0,0018	0,0007
6	DOrdz+DOrw	zł/rok		444
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		1000,00
	N _{dz}	zł		12800,00
	SPBT	lata		28,9
Wybrany wariant:			Koszt: 12 800,00 zł	SPBT= 28,9 lat

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant polegający na wymianie starych drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia wg „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego” (SPBT_{min}) oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2021.

- **Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej w hali sportowej**

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizacji instalacji wentylacyjnej mechanicznej w hali sportowej poprzez jej wymianę i zastosowanie systemu odzysku ciepła (rekuperatora). W związku z faktem, iż obecnie wentylacja hali sportowej nie jest wykorzystywana w obliczeniach przyjęto dane szacunkowe symulujące pracę instalacji.

Dane do obliczeń	Jednostki	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1442	0,1342
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	722,10	460,08
Ogólna sprawność systemu odzysku ciepła	%	0%	85%
Oz	zł/GJ	46,78	46,78
Om	zł/MW/m-c	9 671,77	9 671,77
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	33 777,60	21 521,12
Roczna opłata stała	zł/rok	16 733,02	15 580,07
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	50 510,62	37 101,18
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,65	0,65
Zapotrzebowanie na energię elektryczną centrali nawiewno-wywiewnej	kWh/rok	9 396,00	9 396,00
Roczny koszt eksploatacji centrali nawiewno-wywiewnej	zł/rok	6 107,40	6 107,40
		Różnica	7 302,04
		Koszt	100 000,00
		SPBT	13,7

Z przeprowadzonej analizy wynika, że czas zwrotu inwestycji nie przekracza granicznego stąd w dalszej części opracowania bierze się pod uwagę usprawnienie związane z modernizacją wentylacji hali sportowej i zastosowanie odzysku ciepła.

- **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	Ocieplenie stropodachu części administracyjno-sportowej oraz łącznika	59 958,80	5,9
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych cokołowych	26 197,60	13,5
3	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej w hali sportowej	100 000,00	13,7
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych nieocieplonych (budynek administracyjno- sportowy oraz łącznik)	94 995,84	17,8
5	Ocieplenie dachu hali sportowej	135 680,00	18,8
6	Wymiana starej stolarki drzwiowej	12 800,00	28,9
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych fundamentów	90 334,17	29,3
8	Ocieplenie ścian zewnętrznych ocieplonych części administracyjno-sportowej	5 678,21	29,8

7.3 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez wymianę starych pionów i poziomów instalacji wraz z zaworami podpionowymi i odpowietrzającymi, wymianę starych grzejników, montaż zaworów termostatycznych oraz wykonanie projektu oraz regulację instalacji.

Rodzaj źródła	jedn.	przed modern.	po modern.
Moc zamówiona	MW	0,1646	0,1646
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	911	911
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	%	73%	85%
Obniżenie nocne	%	100%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 245	1 077
Oz	zł/GJ	46,78	46,78
Om	zł/MW/m-c	9 671,77	9 671,77
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	58 228,23	50 377,23
Roczna opłata stała	zł/rok	19 103,34	19 103,34
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	77 331,57	69 480,57
		Różnica	7 851,00
		Koszt	174 906,00
		SPBT	22,3

W dalszej części opracowania bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania.

7.4 Usprawnienie dotyczące możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii

W związku ze specyfiką funkcjonowania obiektu i bardzo mały rozbiór ciepłej wody użytkowej nie bierze się pod uwagę zastosowania instalacji kolektorów słonecznych wspomagających ogrzewanie ciepłej wody użytkowej.

Na podstawie przekazanych rachunków za energię elektryczną rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających częściowe zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku. Zmierzone zużycie energii elektrycznej wynosi ok. 137MWh/rok

Uwzględniając udział procentowy promieniowania słonecznego w poszczególnych miesiącach wahający się od 6% w grudniu do 99% w czerwcu i lipcu można wyliczyć opłacalność inwestycji.

lp	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	89 802,00	89 802,00	89 802,00
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/kWh/rok	58 371,30	58 371,30	58 371,30
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	162,00	180,00	198,00
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	283,50	315,00	346,50
5	Realna moc pojedynczego panela fotowoltaicznego	W	242,27	242,27	242,27
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	36 663,73	40 737,47	44 811,22
7	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,65	0,65	0,65
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	281 520,00	306 000,00	351 900,00
9	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	41%	45%	50%
10	Oszczędności	zł/rok	23 831,42	26 479,36	29 127,29
11	SPBT	lata	11,81	11,56	12,08

Na podstawie wykonanej analizy opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 200 paneli o łącznej powierzchni 350m² wytwarzającej średniorocznie około 45MWh, co będzie stanowiło pokrycie ok. 33% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną kompleksu budynków.

7.5 Usprawnienie dotyczące możliwości zastosowania wysokosprawnych źródeł oświetlenia

Przyjmując, że około 60% energii elektrycznej zużywanej jest na oświetlenie, została przeprowadzona analiza możliwości zastąpienia obecnego górnego oświetlenia jarzeniowego, żarowego oraz metal halogenowego, świetlówkami i lampami LED generującymi oszczędności na poziomie 69%.

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istn.	Po modern.	Efekt dla energii elektrycznej [%]
1.	Zużycie energii finalnej źródeł światła w roku	[kWh/rok]	68 454,31	21 220,84	69%
2.	Koszt energii finalnej źródeł światła	[zł/rok]	44 495,30	13 793,54	69%
3.	Oszczędność kosztów dla źródeł światła DOr	[zł/rok]	30 701,76		-
4.	Koszt modernizacji N	[zł]	272 000,00		-
5.	Okres zwrotu SPBT N/DO _r	[lata]	8,86		-

Z przeprowadzonej analizy wynika że zastąpienie opraw jarzeniowych świetlówkami LED spowoduje obniżenie zapotrzebowania na energię elektryczną na oświetlenie do poziomu 21,22tyśkWh/rok, co pozwoli na obniżenie całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną do poziomu 62,29tyś kWh/rok. Ma to wpływ na osiągnięte oszczędności kosztów zakupu energii elektrycznej u dostawcy. W punkcie 7.4 została wskazana możliwość zbudowania instalacji paneli fotowoltaicznych generujących 45,26tyś kWh/rok, co oznacza, że wprowadzenie modernizacji instalacji oświetleniowej w obiekcie pozwoli na pokrycie ok. 73% zapotrzebowania na energię elektryczną.



7.6 Określenie efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

Nr wariantu	Prace przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	*Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Kwota dofinansowania		Wysokość wkładu własnego	
						%	zł	%	zł
	-	zł	zł	%		%	zł	%	zł
11	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	1 312 550,62	113 120,05	64,91%	76,71%	80%	1 050 040,49	20%	262 510,12
10	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	1 306 872,41	112 910,48	64,74%	76,47%	80%	1 045 497,93	20%	261 374,48
9	1+2+3+4+5+6+7+8+9	1 216 538,24	111 083,08	62,81%	73,80%	80%	973 230,59	20%	243 307,65
8	1+2+3+4+5+6+7+8	1 203 738,24	110 594,35	62,38%	73,20%	80%	962 990,59	20%	240 747,65
7	1+2+3+4+5+6+7	1 068 058,24	102 236,12	54,60%	62,39%	80%	854 446,59	20%	213 611,65
6	1+2+3+4+5+6	973 062,40	96 431,77	49,40%	55,19%	80%	778 449,92	20%	194 612,48
5	1+2+3+4+5	873 062,40	80 788,78	31,83%	30,80%	80%	698 449,92	20%	174 612,48
4	1+2+3+4	846 864,80	78 755,23	-	-	80%	677 491,84	20%	169 372,96
3	1+2+3	506 864,80	49 333,72	29,96%	-	80%	405 491,84	20%	101 372,96
2	1+2	234 864,80	18 631,97	20,32%	28,20%	80%	187 891,84	20%	46 972,96
1	1	174 906,00	7 851,00	9,52%	13,22%	80%	139 924,80	20%	34 981,20

*Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię, spełniająca warunek art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Gdzie:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.
2. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach części administracyjno-sportowej i łącznika.
3. Modernizacja instalacji oświetleniowej.
4. Budowa instalacji fotowoltaicznej.
5. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne cokołowe.
6. Modernizacja instalacji wentylacyjnej hali sportowej.
7. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne nieocieplone.
8. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez dach hali sportowej.
9. Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne.
10. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany fundamentów.
11. Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ścianę zewnętrzną ocieploną części budynku administracyjno-sportowego.

Pole szare oznacza wariant optymalny tj. spełnienie warunku art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

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

Zgodnie z art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się **wariant 3**, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

- modernizację instalacji centralnego ogrzewania,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach części administracyjno-sportowej i łącznika,

jednak jako zasadne uznaje się zrealizowanie pozostałych przedsięwzięć termomodernizacyjnych określonych przez inwestora tj. **wariant 11** obejmujący dodatkowo:

- budowę instalacji fotowoltaicznej,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne cokołowe,
- modernizację instalacji wentylacyjnej hali sportowej,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne nieocieplone,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez dach hali sportowej,
- zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany fundamentów,
- zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ścianę zewnętrzną ocieploną części budynku administracyjno-sportowego.

8 Analiza ekologiczna planowanego przedsięwzięcia

W analizowanym przypadku nie uwzględnia się możliwości zmiany paliwa wykorzystywanego do wytwarzania ciepła w budynku, w związku z tym analiza ekologiczna ograniczona została do oceny wartości emisji CO₂ do atmosfery w ciągu roku porównując stan istniejący z pełnym zakresem prac termomodernizacyjnych (**wariantem 11**).

W związku z faktem, iż w procesie wytwarzania ciepła wykorzystuje się spalanie węgla kamiennego przy wytworzeniu 1GJ ciepła emituje się do atmosfery 98,3 kgCO₂, co w analizowanym budynku oznacza wytworzenie 1124,8 tonCO₂/rok.

Zrealizowanie wszystkich zaplanowanych w audycie usprawnień związanych z ograniczeniem zużycia energii na ogrzewanie i wentylację spowoduje zmniejszenie zużycia energii do poziomu 295,7GJ, co pozwoli na zmniejszenia emisji CO₂ do poziomu 29,1 tonCO₂/rok.

Wariant usprawnienia	Zużycie energii GJ	Emisja kgCO ₂ /rok
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12	295,73	29 070,67
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	298,82	29 373,99
1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	332,80	32 713,97
1+2+3+4+5+6+7+8+9	340,39	33 460,06
1+2+3+4+5+6+7+8	477,60	46 947,81
1+2+3+4+5+6+7	569,14	55 946,23
1+2+3+4+5+6	878,91	86 396,53
1+2+3+4+5	911,82	89 631,92
1+2+3+4	-	-
1+2+3	-	-
1+2	1 102,18	108 344,64
1	1 102,18	108 344,64
Stan istniejący	1 270,02	124 843,23

Modernizacja instalacji oświetleniowej oraz budowa instalacji fotowoltaicznej spowoduje dalszą redukcję emisji CO₂. W tabeli poniżej zaprezentowano efekt dla usprawnień związanych z redukcją zużycia energii elektrycznej.

Wariant usprawnienia	Zużycie energii GJ	Emisja kgCO ₂ /rok
1+2	162,95	15 948,04
1	76,40	7 476,84
Stan istniejący	239,34	23 424,88

Wskaźniki zużycia energii pierwotnej dla poszczególnych odbiorników energii będą miały wartości przedstawione w tabeli poniżej:

Lp.	Odbiornik energii	EP [kWh/m ² rok]	EP [kWh/m ² rok]
		Przed	Po
1	Zapotrzebowanie na energię pierwotną zużywaną energii elektrycznej	192,61	23,96
2	Zapotrzebowanie na energię pierwotną do pokrycia strat na ogrzewanie i wentylację	194,58	42,29
3	Zapotrzebowanie na energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody użytkowej	3,94	3,94
Suma		391,13	70,18
		Redukcja o	82,06%

Po przeprowadzeniu prac termomodernizacyjnych wskazanych w wariantcie optymalnym audytu, wskaźnik zużycia energii pierwotnej na ogrzewanie i wentylację, przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz na energię elektryczną wynosić będzie 70,2kWh/m²rok, czyli zmniejszy się o 82,1%.

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	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	40	-	1,00	20	800,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						800,0
Po modernizacji						
1	Liczba użytkowników	40	-	1,00	20	800,0
Razem pomieszczenia ogrzewane						800,0

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc ciepłą 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	-	6062,60	1,00	2	12 125,2
Razem pomieszczenia ogrzewane						12 125,2
Po modernizacji						
1	Pomieszczenia ogrzewane	-	6062,60	1,00	2	12 125,2
Razem pomieszczenia ogrzewane						12 125,2

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	Przed	Po
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	0,25	0,25
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	2 132,47	2132,47
3	ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	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	$^{\circ}C$	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}C$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,5	0,5
8	liczba dni w roku t_r	Doba*	295	295
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	4 118,5	4 118,5
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,98	0,98
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,60	0,60
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,59	0,59
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	7 004,3	7 004,3
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową $E_{k,w}$	$kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$	3,28	3,28
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{p,w}$	kWh/rok	8 405,10	8 405,10
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną $E_{p,w}$	$kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$	3,94	3,94
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	25,22	25,22

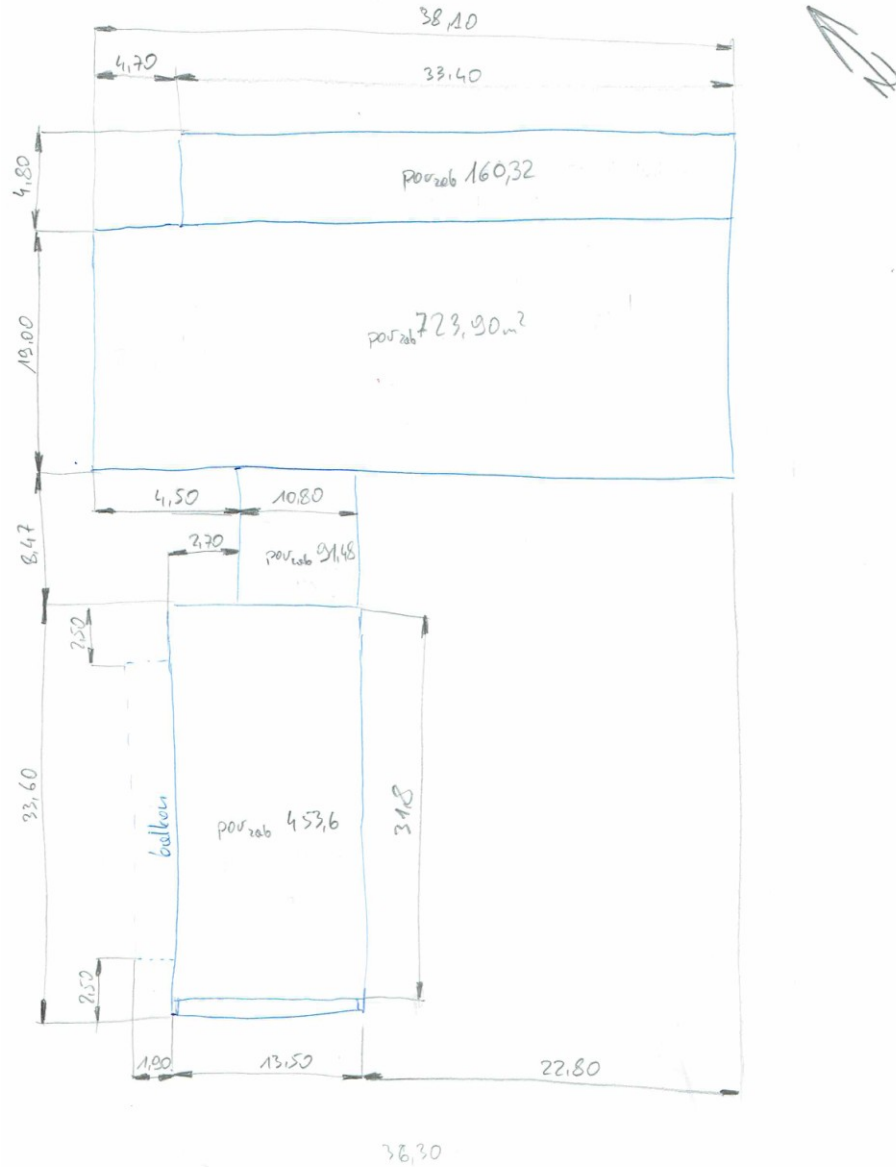
*-ilość dni pracy placówki z uwzględnieniem nieobecności dzieci w trakcie roku.

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	40	40
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	8,0	8,0
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,018	0,018
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L - 0,244$	-	3,79	3,79
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	0,32	0,32
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\acute{s}r} * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$	kW	3,5	3,5
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\acute{s}r} = q_{cwumax} / N_h$	kW	0,9	0,9

Załącznik 3

Rysunki, elewacje i zdjęcia









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 6.6Pro.