

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 3

im. Jana Pawła II

w Olecku

ul. Kolejowa 33

19 - 400 OLECKO

Zamawiający: Gmina Olecko
ul. Plac Wolności 3
19-400 Olecko

Termin zakończenia pracy: maj 2020 roku

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy	1946; 2003
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Olecko		ul.	Kolejowa nr bud. 33
	ul.	Plac Wolności nr 3	1.4 Adres budynku	kod 19-400 miejscowość Olecko
	kod	19-400 miejscowość Olecko		powiat olecki
	tel.	- fax -		województwo warmińsko-mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: "ELEKO" Franciszek Radomski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....				
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Barbara Kosowska				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)	
1.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE	
5. Miejscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2020 r.				
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				1
2. Karta audytu energetycznego budynku				2
3. Podstawa opracowania				4
3.1 Cel i zakres opracowania				4
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu				4
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy)				6
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku				6
5. Ocena stanu technicznego budynku				8
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego				9
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				9
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło				9
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne				10
7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				14
7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne				19
7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku				19
7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego				20
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				22
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji				26
ZAŁĄCZNIKI				28
Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją				28
Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji				30
Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację				32
Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego				32
Z-5 Projektowana strata ciepła				33
Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009				35
Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009				36
Z-8 Sprawności systemu grzewczego				37
Z-9 Ciepła woda użytkowa				38
Z-10 Oświetlenie wewnętrzne				39
Z-11 Energia pomocnicza				41
Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej				42
Z-13 Podsumowanie				43
Z-14 Rysunki				44

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10 293,41	10 293,41
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	2 332,15	2 332,15
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	-	-
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [m ²]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	462	462
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralna	centralna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,500	0,500
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne	0,381; 0,671; 1,142	0,381; 0,671; 1,142
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,168; 0,185; 0,243; 1,367	0,168; 0,185; 0,243; 0,140
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,182; 0,271; 0,345;	0,182; 0,271; 0,345;
5	Okna, drzwi balkonowe	1,300; 2,28; 3,120	1,300; 0,900
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,700	1,700
7	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,96	0,96	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	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	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /h]	6 349	6 349	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,77	0,77	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	217,85	180,84	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	38,94	38,94	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 753,33	1 438,85	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	2 096,40	1 470,85	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	122,60	122,60	
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 uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	208,84	171,38	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	249,70	175,19	
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾	[zł/GJ]	62,85	62,85	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾	[zł/(MW m-c)]	11 582,11	11 582,11	
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾	[zł/m ³]	19,26	19,26	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾	[zł/(MW m-c)]	11 582,11	11 582,11	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej	[zł/(m ² m-c)]	5,79	4,20	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu	[zł]	341 818,50	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	28,19
Planowane koszty całkowite	[zł]	341 818,50	Premia termomodernizacyjna	[zł]	54 690,96
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	44 459,29			

9. Inne
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE/NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej kW
Z audytu energetycznego WYNIKA/ NIE WYNIKA ³⁾ , 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⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną 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.

3. Podstawa opracowania.

3.1 Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Szkoły Podstawowej Nr 3 im. Jana Pawła II w Olecku, zlokalizowanej przy ul. Kolejowej 33 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej oraz wyliczenie wskaźników niezbędnych do wniosku o udzielenie dofinansowania z programu MF EOG - Program Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu - Obszar Energia odnawialna, efektywność energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne - Poprawa efektywności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego: *Głęboka termomodernizacja budynków użyteczności publicznej - szkół podstawowych i ponadpodstawowych.*

3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - (Dz. U. Nr 223, poz. 1459 z póź. zmianami),
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 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 (Dz. U. 2015, poz. 1606).

4. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29.04.2020 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 (Dz.U. 2020, poz. 879).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami).
6. 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).
7. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
9. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006, „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
10. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
11. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
12. Normy związane
13. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
14. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
15. Inwentaryzacja techniczna budynku.
16. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
17. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
18. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecniodawcy) .

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
3. Obiekt znajduje się pod opieką konserwatora zabytków i wszelkie prace remontowe i budowlane muszą być wykonane zgodnie z wytycznymi konserwatorskimi.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1946; 2003
Adres budynku	19-400 Olecko, ul. Kolejowa 33	Właściciel	Gmina Olecko, Plac Wolności 3, 19-400 Olecko
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Tradycyjna		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	-	4	
Rodzaj dachu	Dach kryty dachówką		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	10 293,41	-	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	2 332,15	-	
Współczynnik kształtu	0,500		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	4,1	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	462	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	8	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Pow. netto	U	
	[m ²]	[W/m ² K]	
Stropodach (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,185	
Strop poddasza(bud. główny)	490,00	1,367	
Dach (bud. główny)	87,00	0,243	
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	462,00	0,168	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny)	964,00	1,142	
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (sala gimnastyczna z zapleczem)	657,00	0,381	
Ściana poniżej gruntu [SG-1] (bud. główny)	151,00	0,671	
Okna stare	114,98	3,120	
Okna nowe	222,61	1,300	

Okna połaciowe	32,47	2,280
Drzwi wejściowe	23,50	1,700
Podłoga na gruncie (bud. główny)	545,00	0,345
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	419,00	0,182
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,271
4.4 Charakterystyka energetyczna budynku		
Moc cieplna zamówiona na ogrzewanie	kW	217,85
Moc cieplna zamówiona na przygotowanie cwu	kW	38,94
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	GJ/rok	2 096,40
Roczne zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	GJ/rok	122,60
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu	GJ/rok	-
Wskaźnik E według Polskiej Normy	kWh/(m ³ rok)	-
4.4.1 Opłaty jednostkowe		
Energia cieplna - opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW*m-c)	11 582,11
Energia cieplna - opłata stała za przesył	zł/(MW*m-c)	-
Energia cieplna - opłata zmienna	zł/GJ	62,85
Energia cieplna - abonament	zł/m-c	-
Energia cieplna - CO (obliczone)	zł/(m ² *m-c)	5,79
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/osobę/mies.	2,37
Energia cieplna - CWU (obliczone)	zł/(m ² *m-c)	0,47
Energia cieplna - technologia	zł/GJ	-
Gaz - opłata zmienna	zł/m ³	-
Gaz - opłata stała za przesył	[zł/(m ³ /h) za h]	-
Gaz - abonament (netto)	zł/m-c	-
Energia elektryczna - za energię czynną (netto)	zł/kWh	0,3053
Energia elektryczna - składnik jakościowy (netto)	zł/kWh	0,0125
Energia elektryczna - opłata sieciowa (netto)	zł/kWh	0,1713
Energia elektryczna - opłata przejściowa (netto)	zł/(m-c)	0,0800
Energia elektryczna - opłata stała za przesył (netto)	zł/(m-c)	3,0700
Energia elektryczna - opłata abonamentowa (netto)	zł/(m-c)	4,8000
Gaz płynny	zł/Mg	-
Olej opałowy	zł/Mg	-
Węgiel	zł/Mg	-
Koks	zł/Mg	-
Woda	zł/m ³	-
Opłata za emisję zanieczyszczeń	zł/rok	-
4.4.2 Koszt energii		
Całkowity koszt energii na potrzeby CO	zł/rok	162 036,22
Jednostkowy koszt energii na potrzeby CO	zł/GJ	77,29
Całkowity koszt energii na potrzeby CWU	zł/rok	13 117,88

Jednostkowy koszt energii na potrzeby CWU	zł/osobę/mies.	2,37
4.5 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Rodzaj instalacji	pompowy z rozdziałem dolnym	
Sprawność wytwarzania	0,99	
Sprawność przesyłania	0,96	
Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	
Sprawność akumulacji	1,00	
4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Rodzaj instalacji	centralna	
Opomiarowanie	brak	
Izolacja pionów	-	
4.7 Charakterystyka wentylacji		
Rodzaj i typ wentylacji	naturalna	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	6 349	
4.8 Charakterystyka węzła cieplnego lub lokalnego źródła ciepła		
Typ wymienników (kotłów)	węzeł cieplny wymiennikowy	
Opomiarowanie	licznik ciepła	

5. Ocena stanu technicznego budynku

Obiekt złożony jest z dwóch części połączonych funkcjonalnie i instalacyjnie. Pierwszą część stanowi wybudowany w 1946 r. budynek główny szkoły, natomiast drugą część sala gimnastyczna z zapleczem wybudowana w 2003 r. Wszystkie budynki tworzą zwartą całość i są wykonane w technologii tradycyjnej. Obiekt jest niepodpiwniczony, jedynie część ścian najniższej kondygnacji budynku głównego jest zagłębiona w gruncie. Ściany zewnętrzne budynku głównego wykonane są z cegły pełnej o grubości 51 cm, nieocieplone, obłożone klinkierem, natomiast ściany zewnętrzne sali gimnastycznej z zapleczem wykonane są warstwowo z cegły pełnej o grubości 25cm, styropianu o grubości 8 cm i z zewnątrz cegły klinkierowej o grubości 12 cm. Nad budynkiem głównym znajduje się nieogrzewane poddasze nieużytkowe. Strop pod poddaszem drewniany nieocieplony. Nad poddaszem nieużytkowym zastosowano dach konstrukcji drewnianej, kryty dachówką. Nad salą gimnastyczną zastosowano sufit podwieszany ECOPHON, na którym ułożono wełnę mineralną o grubości 20 cm. Nad zapleczem sali gimnastycznej zastosowano stropodach, ocieplony wełną mineralną o grubości 20 cm, kryty papą. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry.

W budynku zastosowano stolarkę okienną o współczynniku przenikania ciepła równym 1,3 W/m²K w dobrym stanie technicznym i jej wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania oraz stolarkę okienną o współczynniku przenikania ciepła równym 3,12 W/m²K, która

jest w złym stanie technicznym (okna zniszczone, źle osadzone, nieszczelne). W połaci dachowej zastosowano stolarkę okienną o współczynniku przenikania ciepła równym $2,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, która jest w złym stanie technicznym (okna źle osadzone, nieszczelne).

W budynku zastosowano stolarkę drzwiową o współczynniku przenikania ciepła równym $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, która jest w dobrym stanie technicznym i jej wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w przyziemiu budynku zainstalowano węzeł wymiennikowy, który jest własnością dostawcy ciepła. Instalacja c.o. została wykonana jako wodna, z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki płytowe z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest dobry.

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z tego samego węzła cieplnego, co ciepło na potrzeby instalacji c.o.. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym.

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną w dobrym stanie technicznym.

6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- ocieplenie stropu pod poddaszem budynku głównego,
- wymianę okien w auli,
- wymianę okien w sali gimnastycznej,
- wymianę okien połaciowych,
- montaż Systemu Zarządzania Energią.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Poniżej dokonano wstępnej optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło rozpatrywanego budynku poprzez zmniejszenie strat przez przenikanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropu pod poddaszem. Wymiana okien w auli. Wymiana okien w sali gimnastycznej. Wymiana okien połaciowych.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Montaż Systemu Zarządzania Energią.

7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne.

Optymalne usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez ściany, stropy i stropodachy są to takie usprawnienia, dla których prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Dla wyznaczenia optymalnego usprawnienia przegrody skorzystano z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_u}{\sum_n \Delta O_{rU}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- N_u - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody, zł,
- ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne lata z n wykorzystywanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rU} dla n -tego źródła oblicza się wg. wzoru:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{Ou} * O_{Oz} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- Q_{Oz}, Q_{1z} - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,
- O_{Oz}, O_{1z} - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego źródła, odpowiadająca:
 - dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
 - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę

przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m^3 przeliczonej na zł/GJ,
dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej
określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,

y_0, y_1 - udział n -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc ciepłą przed i po wykonaniu
usprawnienia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} - zapotrzebowanie na moc ciepłą na pokrycie strat przez przenikanie przed i po
wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do
ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n -tego
źródła, odpowiadająca:

dla ogrzewania zdalczego - opłacie za zamówioną moc ciepłą i opłacie stałej
za usługi przesyłowe, $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,

dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej
w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,

dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej $\text{zł}/(\text{kW} \cdot \text{miesiąc})$,
przeliczonemu na $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,

dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - składnikowi miesięcznych
kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych,
odniesionych do mocy źródła, $\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{miesiąc})$,

Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia
termomodernizacyjnego, zł.

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła Q_{0u}, Q_{1u} ,
oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c, \quad [\text{GJ}/\text{rok}] \quad (3)$$

gdzie:

U_c - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody budowlanej przed
i po termomodernizacji, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, przy czym maksymalna wartość współczynnika
przenikania ciepła po termomodernizacji jest przyjmowana zgodnie z przepisami
techniczno-budowlanymi,

A - powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed i po termomodernizacji, m^2 ,

S_d - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), $\text{dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}$,

Liczbę stopniodni S_d oblicza się ze wzoru:

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m), \quad [\text{dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}] \quad (4)$$

gdzie:

t_{wo} - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,

$t_e(m)$ - średnia wieloletnia temperatura miesiąca m , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku, °C,

$L_d(m)$ - liczba dni ogrzewania w miesiącu m , podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,

L_g - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q_{0u} , q_{1u} przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się ze wzoru:

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{wo} - t_{zo}) * U_c, \quad [\text{MW}] \quad (5)$$

gdzie:

t_{wo} - jak we wzorze (4),

t_{zo} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych, °C

A - jak we wzorze (3),

U_c - jak we wzorze (3),

UWAGA: Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków - dla miasta Suwałki:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
$T_e(m)$	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6
$L_d(m)$	31	28	31	30	20	20	31	30	31
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, $T_{zew} = - 24,0^\circ\text{C}$									
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna, $T_{wew} = 20,0^\circ\text{C}$									
Liczba stopniodni 4580,4									

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

Usprawnienia dotyczące stropu pod poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod poddaszem wełną mineralną o optymalnej grubości wraz z wykonaniem deskowania.

Pow. obliczeniowa =	490,00	[m ²]	R ₀ =	0,732	[(m ² *K)/W]
Pow. ocieplenia =	ok. 441	[m ²]			
Materiał:	wełna mineralna		U ₀ =	1,367 [W/(m ² *K)]	
	λ =	0,040			[W/(m*K)]

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wg Sekocenbud

Izolacja	ΔR	R ₁	U	Q ₁	q ₁	Nu	ΔKogrz	SPBT
[m]	[(m ² *K)/W]	[(m ² *K)/W]	[W/(m ² *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,07	1,750	2,638	0,379	73,51	0,008	113 778,00	13 095,37	8,688
0,08	2,000	2,888	0,346	67,15	0,007	114 351,30	13 593,70	8,412
0,09	2,250	3,138	0,319	61,80	0,007	114 924,60	14 012,62	8,202
0,10	2,500	3,388	0,295	57,24	0,006	115 497,90	14 369,71	8,038
0,11	2,750	3,638	0,275	53,31	0,006	116 071,20	14 677,72	7,908
0,12	3,000	3,888	0,257	49,88	0,006	116 644,50	14 946,13	7,804
0,13	3,250	4,138	0,242	46,86	0,005	117 217,80	15 182,09	7,721
0,14	3,500	4,388	0,228	44,19	0,005	117 791,10	15 391,17	7,653
0,15	3,750	4,638	0,216	41,81	0,005	118 364,40	15 577,71	7,598
0,16	4,000	4,888	0,205	39,67	0,004	118 937,70	15 745,17	7,554
0,17	4,250	5,138	0,195	37,74	0,004	119 511,00	15 896,32	7,518
0,18	4,500	5,388	0,186	35,99	0,004	120 084,30	16 033,46	7,490
0,19	4,750	5,638	0,177	34,40	0,004	120 657,60	16 158,43	7,467
0,20	5,000	5,888	0,170	32,94	0,004	121 230,90	16 272,78	7,450
0,21	5,250	6,138	0,163	31,59	0,004	121 804,20	16 377,83	7,437
0,22	5,500	6,388	0,157	30,36	0,003	122 377,50	16 474,65	7,428
0,23	5,750	6,638	0,151	29,21	0,003	122 950,80	16 564,17	7,423
0,24	6,000	6,888	0,145	28,15	0,003	123 524,10	16 647,20	7,420
0,25	6,250	7,138	0,140	27,17	0,003	123 480,00	16 724,41	7,383
0,26	6,500	7,388	0,135	26,25	0,003	124 053,30	16 796,40	7,386

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 25 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2021 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania U - dla stropów nad najwyższą kondygnacją wynosi 0,15 W/m²K". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 25 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (6)$$

gdzie:

- N_{Ok} – planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi, zł,
- N_W – planowane koszty robót związane z modernizacją wentylacji, zł,
- ΔO_{rOk} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,
- ΔO_{rW} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,

Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}$ dla n-tego źródła oblicza się z wzoru:

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (7)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,

O_{0z}, O_{1z} - suma opłat jak we wzorze (2),

y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

q_0, q_1 - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} - jak we wzorze (2),

Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa jak we wzorze (2).

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf}, \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, $W/(m^2 * K)$, przy czym przed termomodernizacją – w przypadku okien lub drzwi przewidzianych do wymiany przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy i powiększony o nie więcej niż 20% w zależności od oceny stanu technicznego okna lub drzwi, a w przypadku wymienionych okien lub drzwi przyjęty na podstawie deklaracji właściwości użytkowych lub aprobaty technicznej; po termomodernizacji wartość ta nie może być wyższa niż wartość określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,

A_{Ok} - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, m^2 ,

Q_{inf} - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (12), GJ/rok.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{Ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}, \quad [GJ/rok] \quad (9)$$

gdzie:

S_d - jak we wzorze (4),

U - jak we wzorze (8),

A_{Ok} - jak we wzorze (8),

- V_{nom} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, m^3/h ,
- c_r - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,
- c_w - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną q_0 , q_1 w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ścienne, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}, \quad [MW] \quad (10)$$

gdzie:

- t_{w0} - jak we wzorze (4),
- t_{z0} - jak we wzorze (5),
- A_{Ok} - jak we wzorze (8),
- U - jak we wzorze (8),
- a - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określany w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia, $m^3/(m*h*daPa^{2/3})$,
- l - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną q_0 , q_1 w, przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0}), \quad [MW] \quad (11)$$

gdzie:

- t_{w0} - jak we wzorze (4),
- t_{z0} - jak we wzorze (5),
- A_{Ok} - jak we wzorze (8),
- U - jak we wzorze (8),

V_{obl} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny c_m zgodnie z tabelą 2, m^3/h ,

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi Q_{0inf} , Q_{1inf} , oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (12)$$

gdzie:

a - jak we wzorze (10),

l - jak we wzorze (10),

t_{wo} , $t_e(m)$ - jak we wzorze (4),

$Ld(m)$ - jak we wzorze (4).

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien w auli (o powierzchni około $22,82 \text{ m}^2$) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c_r	c_w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,1	1,1	1,0	82,70	0,003	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	61,31	0,002	1 365,74	31 263,40	22,89
2	1,1	1,0	1,0	59,51	0,001	1 481,59	32 860,80	22,18
3	0,9	1,0	1,0	57,70	0,001	1 597,43	34 230,00	21,43

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien jest rozwiązanie trzecie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ i to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien w sali gimnastycznej (o powierzchni około 92,16 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c _r	c _w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,1	1,2	1,0	354,03	0,035	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	247,61	0,028	6 773,86	94 924,80	14,01
2	1,1	1,0	1,0	240,32	0,027	7 241,71	95 846,40	13,24
3	0,9	1,0	1,0	233,02	0,026	7 709,56	96 768,00	12,55

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien jest rozwiązanie trzecie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ i to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien dachowych (o powierzchni około 32,47 m²) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c _r	c _w	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m ² *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	2,3	1,1	1,0	106,88	0,011	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	87,24	0,010	1 250,98	32 470,00	25,96
2	1,1	1,0	1,0	84,67	0,009	1 415,81	35 717,00	25,23
3	0,9	1,0	1,0	82,10	0,009	1 580,65	37 340,50	23,62

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien dachowych jest rozwiązanie trzecie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ i to rozwiązanie zostanie uwzględnione w dalszej analizie. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza nad budynkiem głównym	123 480,00	7,38
2	Wymiana okien w sali gimnastycznej	96 768,00	12,55
3	Wymiana okien w auli	34 230,00	21,43
4	Wymiana okien połaciowych	37 340,50	23,62

7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

Poniżej w tabelach zestawiono przewidywane koszty modernizacji budynku dla poszczególnych wariantów. W kosztach uwzględniono wszystkie czynniki (robocizną, materiały, sprzęt itd.). Grubości warstw dociepleń przyjęto na podstawie powyższej analizy. Powierzchnie wymiany ciepła obliczono na podstawie projektu technicznego budynku.

Tabela 7a. Koszty modernizacji budynku wg wariantu I

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza nad budynkiem głównym	123 480,00	7,38
2	Wymiana okien w sali gimnastycznej	96 768,00	12,55
3	Wymiana okien w auli	34 230,00	21,43
4	Wymiana okien połaciowych	37 340,50	23,62
	Ogółem	291 818,50	

Tabela 7b. Koszty modernizacji budynku wg wariantu II

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza nad budynkiem głównym	123 480,00	7,38
2	Wymiana okien w sali gimnastycznej	96 768,00	12,55
3	Wymiana okien w auli	34 230,00	21,43
	Ogółem	254 478,00	

Tabela 7c. Koszty modernizacji budynku wg wariantu III

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza nad budynkiem głównym	123 480,00	7,38
2	Wymiana okien w sali gimnastycznej	96 768,00	12,55
	Ogółem	220 248,00	

Tabela 7d. Koszty modernizacji budynku wg wariantu IV

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropu poddasza nad budynkiem głównym	123 480,00	7,38
	Ogółem	123 480,00	

7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (16)$$

gdzie:

N_{CO} – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,

ΔO_{rCO} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rCO} dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (17)$$

gdzie:

- x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Q_{0CO} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- η_0, η_1 - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (3),
- w_{t0}, w_{t1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- w_{d0}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- O_{0z}, O_{1z} - jak we wzorze (2) Rozporządzenia,
- y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- q_{0m}, q_{1m} - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- Ab_0, Ab_1 - jak we wzorze (2) Rozporządzenia.

Całkowitą sprawność systemu grzewczego η_0, η_1 , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (18)$$

gdzie:

- η_w – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_p – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji

technicznej,

- η_r – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- η_e – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej zarówno grzejniki jak i instalacja c.o. są w dobrym technicznym, w związku z tym przewidziano jedynie montaż Systemu Zarządzania Energią.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,218	0,218
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	1 753,33	1 753,33
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,84	0,84
4	Obniżenie nocne		1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe		1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. z uwzgl. sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	2 096,40	1 792,32
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	162 036,22	142 924,77
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		19 111,45
9	Koszt modernizacji	zł		50 000,00
10	SPBT	lat		2,62

8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w § 6 pkt 4 rozporządzenia, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, oblicza się kolejno:

- a) planowane koszty całkowite N , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii,

- b) kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- c) zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- d) kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- e) obliczenie wysokości premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO						CWU			CO+CWU		Oszczędności		
	q _{CO}	Q _{CO}	η	w	Q _{CO} *w/η	Opłata CO	q _{CWU}	Q _{CWU}	Opłata CWU	Q _{CO+CWU}	KOSZT			
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,2178	1 753,33	0,8364	1	2 096,40	162 036,22	0,0389	122,60	13 117,88	2 219,00	175 154,10			
I+A	0,1808	1 438,85	0,8364	0,855	1 470,85	117 576,93	0,0389	122,60	13 117,88	1 593,45	130 694,81	625,55	28,19	44 459,29
II+A	0,1828	1 456,07	0,8364	0,855	1 488,45	118 957,21	0,0389	122,60	13 117,88	1 611,06	132 075,09	607,95	27,40	43 079,01
III+A	0,1850	1 475,56	0,8364	0,855	1 508,37	120 518,95	0,0389	122,60	13 117,88	1 630,97	133 636,83	588,03	26,50	41 517,27
IV+A	0,1940	1 544,26	0,8364	0,855	1 578,60	126 184,38	0,0389	122,60	13 117,88	1 701,21	139 302,26	517,79	23,33	35 851,84
A	0,2178	1 753,33	0,8364	0,855	1 792,32	142 924,77	0,0389	122,60	13 117,88	1 914,92	156 042,65	304,08	13,70	19 111,45

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu ^{*)}	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł] [%]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7
1	I+A	341 818,50	44 459,29	28,19	170 909,25 50,00	54 690,96
2	II+A	304 478,00	43 079,01	27,40	152 239,00 50,00	48 716,48
3	III+A	270 248,00	41 517,27	26,50	135 124,00 50,00	43 239,68
4	IV+A	173 480,00	35 851,84	23,33	86 740,00 50,00	27 756,80
5	A	50 000,00	19 111,45	13,70	25 000,00 50,00	8 000,00

^{*)} Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie stropu pod poddaszem o powierzchni około 441 m² proponuje się wykonać poprzez rozłożenie rulonów wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i grubości minimum 25 cm. Następnie należy położyć deskowanie. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,140 W/m²·K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
2. Wymianę okien w auli o powierzchni około 22,82 m² (6 szt.) na okna o współczynniku przenikania $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ z nawiewnikami higrosterowalnymi, zgodnie z Aprobata Techniczną, wytycznymi konserwatorskimi oraz zaleceniami producenta. Wymienione okna muszą zachować oryginalny kształt, podział i kolorystykę. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
3. Wymianę okien w sali gimnastycznej o powierzchni około 92,16 m² (8 szt.) na okna o współczynniku przenikania $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ z nawiewnikami higrosterowalnymi, zgodnie z Aprobata Techniczną, wytycznymi konserwatorskimi oraz zaleceniami producenta. W ramach prac należy zdemontować lub zaślepić istniejące nawietrzaki okienne. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry
4. Wymianę okien dachowych o powierzchni około 32,47 m² (24 szt.) na okna o współczynniku przenikania $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ z nawiewnikami higrosterowalnymi, zgodnie z Aprobata Techniczną, wytycznymi konserwatorskimi oraz zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.
5. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii

z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W zakresie systemu grzewczego System Zarządzania Energią będzie odpowiedzialny za sterowanie zdalnie obniżeniami temperatury dziennymi i tygodniowymi oraz dostosowywaniem temperatury wewnętrznej do panujących warunków zewnętrznych.

ZAŁĄCZNIKI

Z-1 Współczynniki przenikania ciepła przed termomodernizacją

Przegroda	Wyszczególnienie	d_i	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach (zaplecze sali gimnastycznej)	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	0,185
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	
	Strop żelbetowy	24,0	0,240	1,700	0,141	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				5,264	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				5,404	
Strop poddasza (bud. główny)	Polepa	3,0	0,030	0,640	0,047	1,367
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	15,0	0,150		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				0,532	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				0,732	
Dach (bud. główny)	Dachówka	0,5	0,005	1,000	0,005	0,243
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Wełna mineralna	15,0	0,150	0,040	3,750	
	Płyty GKF	1,3	0,0130	0,230	0,057	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				3,980	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,120	
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	Dachówka	0,5	0,005	1,000	0,005	0,168
	Pustka powietrzna	100,0	1,000		0,000	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Sufit ECOPHON	3,0	0,030	0,040	0,750	
	R				5,750	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
R_T				5,950		
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny)	Mur z cegły klinkierowej	2,0	0,020	1,050	0,019	1,142
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				0,706	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
	R_T				0,876	

Ściana zewnętrzna [SZ-2] (sala gimn. z zapleczem)	Licówka klinkierowa	12,0	0,120	1,050	0,114	0,381
	Styropian	8,0	0,080	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	25,0	0,250	0,770	0,325	
	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				2,457	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R _T				2,627	
Ściana poniżej gruntu [SG-1] (bud. główny)	Mur z cegły pełnej	64,0	0,640	0,770	0,831	0,671
	Tynk cem. -wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,849	
	Opór zastępczy gruntu				0,640	
	Rse				0,000	
	R _T				1,489	
Podłoga na gruncie (bud. główny)	Gres	2,0	0,020	1,050	0,019	0,345
	Gładź cement.	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				0,892	
	Opór zastępczy gruntu				2,006	
	R _T				2,898	
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	Wykładzina	0,7	0,007	0,200	0,035	0,182
	Płyta wiórowa	1,5	0,015	0,100	0,150	
	Pustka powietrzna	3,2	0,032		0,160	
	Wełna mineralna	3,9	0,039	0,045	0,867	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	10,0	0,100	0,040	2,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				3,927	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R _T				5,496	
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimnastycznej)	Wykładzina	0,7	0,007	0,200	0,035	0,271
	Gładź cement.	6,5	0,065	1,000	0,065	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Styropian	5,0	0,050	0,040	1,250	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				2,120	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R _T				3,689	
Okna stare				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				2,600	1,2	3,120
Okna nowe			1,300	1,0	1,300	
Okna połaciowe			1,900	1,2	2,280	
Drzwi wejściowe			1,700	1,0	1,700	

Z-2 Współczynniki przenikania ciepła po termomodernizacji

Przegroda	Wyszczególnienie	d_i	d	λ	R	U
		[cm]	[m]	W/mK	m ² K/W	[W/m ² K]
Stropodach (zaplecze sali gimnastycznej)	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	0,185
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Papa asfaltowa	1,0	0,010	0,180	0,056	
	Strop żelbetowy	24,0	0,240	1,700	0,141	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				5,264	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				5,404	
Strop poddasza (bud. główny)	Polepa	3,0	0,030	0,640	0,047	0,140
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Pustka powietrzna	15,0	0,150		0,160	
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	Wełna mineralna	25,0	0,25	0,040	6,250	
	Deska sosnowa	2,5	0,03	0,160	0,156	
	R				6,938	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				7,138	
Dach (bud. główny)	Dachówka	0,5	0,005	1,000	0,005	0,243
	Deska sosnowa	2,5	0,025	0,160	0,156	
	Wełna mineralna	15,0	0,150	0,040	3,750	
	Płyty GKF	1,3	0,0130	0,230	0,057	
	Tynk cem.-wapienny	1,0	0,010	0,820	0,012	
	R				3,980	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,040	
	R_T				4,120	
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	Dachówka	0,5	0,005	1,000	0,005	0,168
	Pustka powietrzna	100,0	1,000		0,000	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Sufit ECOFON	3,0	0,030	0,040	0,750	
	R				5,750	
	R_{si}				0,100	
	R_{se}				0,100	
	R_T				5,950	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny)	Mur z cegły klinkierowej	2,0	0,020	1,050	0,019	1,142
	Mur z cegły pełnej	51,0	0,510	0,770	0,662	
	Tynk cem.wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	R				0,706	
	R_{si}				0,130	
	R_{se}				0,040	
		R_T				

Ściana zewnętrzna [SZ-2] (sala gimn. z zapleczem)	Licówka klinkierowa	12,0	0,120	1,050	0,114	0,381
	Styropian	8,0	0,080	0,040	2,000	
	Mur z cegły pełnej	25,0	0,250	0,770	0,325	
	Tynk cem.wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				2,457	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
	R _T				2,627	
Ściana poniżej gruntu [SG-1] (bud. główny)	Mur z cegły pełnej	64,0	0,640	0,770	0,831	0,671
	Tynk cem. -wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,849	
	Opór zastępczy gruntu				0,640	
	Rse				0,000	
	R _T				1,489	
Podłoga na gruncie (bud. główny)	Gres	2,0	0,020	1,050	0,019	0,345
	Gładź cement.	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				0,892	
	Opór zastępczy gruntu				2,006	
	R _T				2,898	
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	Wykładzina	0,7	0,007	0,200	0,035	0,182
	Płyta wiórowa	1,5	0,015	0,100	0,150	
	Pustka powietrzna	3,2	0,032		0,160	
	Wełna mineralna	3,9	0,039	0,045	0,867	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	10,0	0,100	0,040	2,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				3,927	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R _T				5,496	
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimnastycznej)	Wykładzina	0,7	0,007	0,200	0,035	0,271
	Gładź cement.	6,5	0,065	1,000	0,065	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Styropian	5,0	0,050	0,040	1,250	
	Papa asfatowa	0,5	0,005	0,180	0,028	
	Beton	10,0	0,100	1,000	0,100	
	Piasek średni	20,0	0,200	0,400	0,500	
	Grunt	20,0	0,200	1,740	0,115	
	R				2,120	
	Opór zastępczy gruntu				1,569	
	R _T				3,689	
Okna wymienione				U ₀	Wsp.	U
				[W/m ² K]	-	[W/m ² K]
				0,900	1,0	0,900
Okna nowe				1,300	1,0	1,300
Okna połaciowe				0,900	1,0	0,900
Drzwi wejściowe				1,700	1,0	1,700

Z-3 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana V_{ve}	[m ³]	8 234,73		
Powierzchnia ogrzewana A_f	[m ²]	2 332,15		
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s*m ²]	0,56*10 ⁻³		
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m ³ /s]	1,31		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m ³ /s]	0,46	0,46	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /s]	1,76	1,76	
Współczynniki korekcyjne	c_r	-	1,0	1,0
	c_w	-	1,0	1,0
	c_m	-	1,0	1,0
Strumień powietrza	[m ³ /s]	1,76	1,76	
Strumień powietrza	[m ³ /h]	6 349	6 349	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	2 116	2 116	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,77	0,77	

Z-4 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m ³]	[h ⁻¹]	-	-	[m ³ /h]
Strumień higieniczny		8 235	0,5			4 117,4

Z-5 Projektowana strata ciepła

Projektowana strata przed modernizacją

Przegroda	A	U	b_u	H_t	DQ	F	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]	[°C]	[kW]	
Stropodach (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,185	1,0	90	44	3,98	
Strop poddasza(bud. główny)	490,00	1,367	0,9	603		26,52	
Dach (bud. główny)	87,00	0,243	1,0	21		0,93	
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	462,00	0,168	0,9	70		3,07	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny)	964,00	1,142	1,0	1 101		48,43	
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (sala gimnastyczna z zapleczem)	657,00	0,381	1,0	250		11,00	
Ściana poniżej gruntu [SG-1] (bud. główny)	151,00	0,671	1,0	101		4,46	
Okna stare	114,98	3,120	1,0	359		15,78	
Okna nowe	222,61	1,300	1,0	289		12,73	
Okna połaciowe	32,47	2,280	1,0	74		3,26	
Drzwi wejściowe	23,50	1,700	1,0	40		1,76	
Podłoga na gruncie (bud. główny)	545,00	0,345	1,0	188		8,28	
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	419,00	0,182	1,0	76		3,35	
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,271	1,0	133		5,83	
Mostki liniowe	l	y					
	[m]	[W/mK]					
	778,66	0,200	1,0	156		6,85	
Ogółem				3 551		156,25	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		4 117	0,34	1400	61,60		
OGÓLEM						217,85	

Projektowana strata po modernizacji

Przeграда	A	U	b_u	H_{tr}	DQ	F	
	[m ²]	[W/m ² K]	-	[W/K]	[°C]	[kW]	
Stropodach (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,185	1,0	90	44	3,98	
Strop poddasza(bud. główny)	490,00	0,140	0,9	62		2,72	
Dach (bud. główny)	87,00	0,243	1,0	21		0,93	
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	462,00	0,168	0,9	70		3,07	
Ściana zewnętrzna [SZ-1] (bud. główny)	964,00	1,142	1,0	1 101		48,43	
Ściana zewnętrzna [SZ-2] (sala gimnastyczna z zapleczem)	657,00	0,381	1,0	250		11,00	
Ściana poniżej gruntu [SG-1] (bud. główny)	151,00	0,671	1,0	101		4,46	
Okna	114,98	0,900	1,0	103		4,55	
Okna nowe	222,61	1,300	1,0	289		12,73	
Okna połaciowe	32,47	0,900	1,0	29		1,29	
Drzwi wejściowe	23,50	1,700	1,0	40		1,76	
Podłoga na gruncie (bud. główny)	545,00	0,345	1,0	188		8,28	
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	419,00	0,182	1,0	76		3,35	
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimnastycznej)	489,00	0,271	1,0	133		5,83	
Mostki liniowe	l	y					
	[m]	[W/mK]					
	778,66	0,200	1,0	156		6,85	
Ogółem				2 710		119,24	
Wentylacja		V_1	$\rho \cdot c_p$	H_v			
		[m ³ /h]	[J/m ³ /K]	[W/K]			
		4 117	0,34	1400	61,60		
OGÓLEM						180,84	

Z-6 Roczne zapotrzebowanie na energię przed modernizacją wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca	[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur	[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Straty	$H_{tr} H_{ve}$										
Stropodach (zaplecze sali gimn.)	[MJ]	6 156	5 494	5 162	3 401	1 298	1 282	3 223	4 315	5 477	35 807
Strop poddasza(bud. główny)	[MJ]	41 010	36 604	34 390	22 656	8 646	8 542	21 474	28 750	36 489	238 561
Dach (bud. główny)	[MJ]	1 437	1 282	1 205	794	303	299	752	1 007	1 278	8 357
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	[MJ]	4 754	4 243	3 987	2 626	1 002	990	2 489	3 333	4 230	27 656
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	74 885	66 839	62 797	41 370	15 787	15 597	39 211	52 497	66 630	435 614
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	[MJ]	17 013	15 185	14 267	9 399	3 587	3 543	8 908	11 927	15 137	98 965
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	[MJ]	6 897	6 156	5 784	3 810	1 454	1 436	3 611	4 835	6 137	40 120
Okna stare	[MJ]	24 406	21 784	20 466	13 483	5 145	5 083	12 779	17 110	21 715	141 972
Okna nowe	[MJ]	19 688	17 573	16 510	10 877	4 151	4 101	10 309	13 802	17 518	114 528
Okna połaciowe	[MJ]	5 036	4 495	4 223	2 782	1 062	1 049	2 637	3 530	4 481	29 295
Drzwi wejściowe	[MJ]	2 718	2 426	2 279	1 501	573	566	1 423	1 905	2 418	15 810
Podłoga na gruncie (bud. główny)	[MJ]	12 795	11 420	10 730	7 069	2 697	2 665	6 700	8 970	11 385	74 430
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	[MJ]	5 187	4 630	4 350	2 866	1 094	1 080	2 716	3 636	4 615	30 173
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimn.)	[MJ]	9 017	8 048	7 561	4 981	1 901	1 878	4 721	6 321	8 023	52 452
Mostki liniowe	[MJ]	10 595	9 456	8 884	5 853	2 234	2 207	5 548	7 427	9 427	61 630
Straty przez przegrody	[MJ]	241 592	215 635	202 595	133 468	50 933	50 319	126 503	169 366	214 960	1 405 370
Wentylacja	[MJ]	143 967	128 499	120 728	79 535	30 351	29 986	75 384	100 927	128 097	837 474
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	385 559	344 134	323 323	213 003	81 284	80 304	201 887	270 293	343 056	2 242 843
Zyski słoneczne	[MJ]	14 607	19 598	31 646	49 390	63 843	41 913	25 503	13 278	8 508	268 287
Zyski wewnętrzne	[MJ]	29 358	26 517	29 358	28 411	29 358	28 411	29 358	28 411	29 358	258 542
Razem zyski	[MJ]	43 966	46 115	61 004	77 801	93 202	70 324	54 862	41 689	37 866	526 829
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1140	0,1340	0,1887	0,3653	1,1466	0,8757	0,2717	0,1542	0,1104	0,2349
Typ budynku		ciężki (370 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	2 332									
Pojemność cieplna	[J/K]	862 895 500									
Stała czasowa	[h]	42									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny a_H		3,82									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,82									
η		0,9998	0,9996	0,9986	0,9863	0,7352	0,8416	0,9950	0,9993	0,9998	
Zyski ciepła	[MJ]	43 956	46 097	60 920	76 739	68 519	59 182	54 585	41 661	37 858	489 517
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	341 603	298 037	262 403	136 264	12 765	21 122	147 302	228 632	305 198	1 753 326

Z-7 Roczne zapotrzebowanie na energię po modernizacji wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie		Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiąca		[°C]	-5,4	-5,1	-1,3	5,5	11,7	11,8	6,7	1,6	-2,6	
Różnica temperatur		[°C]	25,4	25,1	21,3	14,5	8,3	8,2	13,3	18,4	22,6	
Liczba dni w miesiącu			31	28	31	30	20	20	31	30	31	252
Liczba sekund w mies.		[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	1,728	1,728	2,678	2,592	2,678	21,773
Przegroda	Htr Hve											
Stropodach (zaplecze sali gimn.)	90,48	[MJ]	6 156	5 494	5 162	3 401	1 298	1 282	3 223	4 315	5 477	35 807
Strop poddasza(bud. główny)	61,78	[MJ]	4 203	3 752	3 525	2 322	886	875	2 201	2 947	3 740	24 451
Dach (bud. główny)	21,12	[MJ]	1 437	1 282	1 205	794	303	299	752	1 007	1 278	8 357
Strop poddasza (sala gimnastyczna)	69,88	[MJ]	4 754	4 243	3 987	2 626	1 002	990	2 489	3 333	4 230	27 656
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	1100,74	[MJ]	74 885	66 839	62 797	41 370	15 787	15 597	39 211	52 497	66 630	435 614
Ściana zewnętrzna [SZ-2]	250,07	[MJ]	17 013	15 185	14 267	9 399	3 587	3 543	8 908	11 927	15 137	98 965
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	101,38	[MJ]	6 897	6 156	5 784	3 810	1 454	1 436	3 611	4 835	6 137	40 120
Okna stare	103,48	[MJ]	7 040	6 284	5 904	3 889	1 484	1 466	3 686	4 935	6 264	40 953
Okna nowe	289,40	[MJ]	19 688	17 573	16 510	10 877	4 151	4 101	10 309	13 802	17 518	114 528
Okna połaciowe	29,22	[MJ]	1 988	1 774	1 667	1 098	419	414	1 041	1 394	1 769	11 564
Drzwi wejściowe	39,95	[MJ]	2 718	2 426	2 279	1 501	573	566	1 423	1 905	2 418	15 810
Podłoga na gruncie (bud. główny)	188,08	[MJ]	12 795	11 420	10 730	7 069	2 697	2 665	6 700	8 970	11 385	74 430
Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	76,24	[MJ]	5 187	4 630	4 350	2 866	1 094	1 080	2 716	3 636	4 615	30 173
Podłoga na gruncie (zaplecze sali gimn.)	132,54	[MJ]	9 017	8 048	7 561	4 981	1 901	1 878	4 721	6 321	8 023	52 452
Mostki liniowe	155,73	[MJ]	10 595	9 456	8 884	5 853	2 234	2 207	5 548	7 427	9 427	61 630
Straty przez przegrody		[MJ]	184 371	164 562	154 610	101 856	38 869	38 401	96 541	129 252	164 047	1 072 509
Wentylacja	2 116,19	[MJ]	143 967	128 499	120 728	79 535	30 351	29 986	75 384	100 927	128 097	837 474
Całkowite przenoszenie ciepła		[MJ]	328 338	293 061	275 339	181 391	69 220	68 386	171 925	230 179	292 143	1 909 983
Zyski słoneczne		[MJ]	13 802	18 430	30 009	46 871	60 674	39 734	24 146	12 544	8 121	254 331
Zyski wewnętrzne		[MJ]	29 358	26 517	29 358	28 411	29 358	28 411	29 358	28 411	29 358	258 542
Razem zyski		[MJ]	43 160	44 947	59 367	75 282	90 033	68 145	53 504	40 955	37 480	512 873
Stosunek zysków do przenoszenia			0,1315	0,1534	0,2156	0,4150	1,3007	0,9965	0,3112	0,1779	0,1283	0,2685
Typ budynku			bardzo ciężki (370 000)									
Powierzchnia ogrzewana		[m ²]	2 332									
Pojemność cieplna		[J/K]	862 895 500									
Stała czasowa		[h]	50									
Metoda obliczeniowa			miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a _{H,0}			1									
Stała czasowa odniesienia t _{H,0}		[h]	15									
Parametr numeryczny a _H			4,31									
Parametr numeryczny a _H + 1			5,31									
η			0,9999	0,9997	0,9989	0,9867	0,6928	0,8131	0,9955	0,9995	0,9999	
Zyski ciepła		[MJ]	43 154	44 935	59 305	74 279	62 373	55 412	53 263	40 935	37 475	471 131
Zapotrzebowanie ciepła		[MJ]	285 184	248 126	216 034	107 112	6 847	12 975	118 662	189 243	254 669	1 438 852

Z-8 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			miejska sieć ciepłownicza
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,99	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,836	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	1,00	praca ciągła

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			miejska sieć ciepłownicza
2	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,99	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	η_e	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	η_0	0,836	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	w_t	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	w_d	0,95	obniżenie nocne

Z-9 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	obecnie	docelowo
Ciepło właściwe wody	kJ/kg*K	4,19	4,19
Gęstość wody	kg/dm ³	1	1
Powierzchnia pomieszczeń A _f	m ²	2 332,15	2332,15
Liczba użytkowników	osoba	462	462
Zużycie jednostkowe	dm ³ /(m ² doła)	0,80	0,80
Temperatura ciepłej wody	°C	55	55
Temperatura wody zimnej	°C	10	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doła	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	kWh/rok	19 616,7	19 616,7
	GJ/rok	70,6	70,6
Sprawność wytwarzania	-	0,960	0,960
Sprawność przesyłu	-	0,600	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000	1,000
Sprawność całkowita	-	0,576	0,576
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	kWh/rok	34 056,8	34 056,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	122,6	122,6
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	m ³ /h	0,205	0,205
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,086	2,086
Zużycie ciepła na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,327	0,327
Max. moc c.w.u.	kW	38,9	38,9
Średnia moc c.w.u.	kW	18,7	18,7
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	kWh/(m ² *rok)	14,6	14,6

Z-10 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie w ilości 340 sztuk opraw o łącznej mocy 22 986 W, w tym 314 sztuk jest w złym stanie technicznym i kwalifikuje się do wymiany.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 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 ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$ - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

A_f - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [m^2].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia $LENI$ obliczono na podstawie wzoru:

$$LENI = P_N/1000 \cdot t \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

P_N - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/ m^2],

t - czas użytkowania oświetlenia [h/rok].

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Powierzchnia użytkowa A_f	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych P_{rzecz}	Moc jednostkowa P_N		Czas użytkowania oświetlenia t
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m^2]	[W]	[W/ m^2]	[W/ m^2]	[h/rok]
2 332,15	22 986	9,86	6,10	2 000

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m ² rok]	19,72	12,20
Zużycie energii do oświetlenia E _L	[kWh/rok]	45 990,00	28 452,23
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,53	0,53
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	24 374,70	15 079,68
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	17 537,77	
	[%]	38,13	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	9 295,02	
Nakłady inwestycyjne	[zł]	194 680,00	
SPBT	[lata]	20,94	

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na wymianie oświetlenia wewnętrznego zwróci się w ciągu 20,94 lat. W ramach modernizacji proponuje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy LEDowe wraz z pracami instalacyjnymi i odtworzeniowymi w pomieszczeniach. Zainstalowane oprawy muszą spełniać wymagania obowiązujących norm dotyczących oświetlenia pomieszczeń.

Z-11 Energia pomocnicza

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą przed modernizacją

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m ²]	[h/rok]	[m ²]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A _F ponad 250 m ²	0,25	4 500	2 332,15	2 623,67	9,45	1 390,54
	Regulacja węzła cieplnego	0,07	8 760	2 332,15	1 430,07	5,15	757,94
ogółem					4 053,74	14,59	2 148,48

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą po modernizacji

Rodzaj systemu	Rodzaj urządzenia pomocniczego	Moc jednostkowa	Czas pracy	Powierzchnia użytkowa	Energia pomocnicza		Koszty eksploatacyjne
		[W/m ²]	[h/rok]	[m ²]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[zł/rok]
instalacja c.o.	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A _F ponad 250 m ²	0,25	4 500	2 332,15	2 623,67	9,45	1 390,54
	Regulacja węzła cieplnego	0,07	8 760	2 332,15	1 430,07	5,15	757,94
ogółem					4 053,74	14,59	2 148,48

Z-12 Obliczenie efektywności ekologicznej

Wskaźnik emisji (WE CO₂) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnym Systemie Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2020 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE). Ze względu na to, iż obecna ciepłownia węglowa, z której zasilany jest węzeł ciepłny znajdujący się w budynku, zostanie w ramach modernizacji przekształcona w ciepłownię opalaną biomasą, dla stanu przed modernizacją przyjęto wskaźnik emisji WE dla węgla kamiennego równy 94,10 kg/GJ, natomiast dla stanu po modernizacji przyjęto wskaźnik WE równy 0.

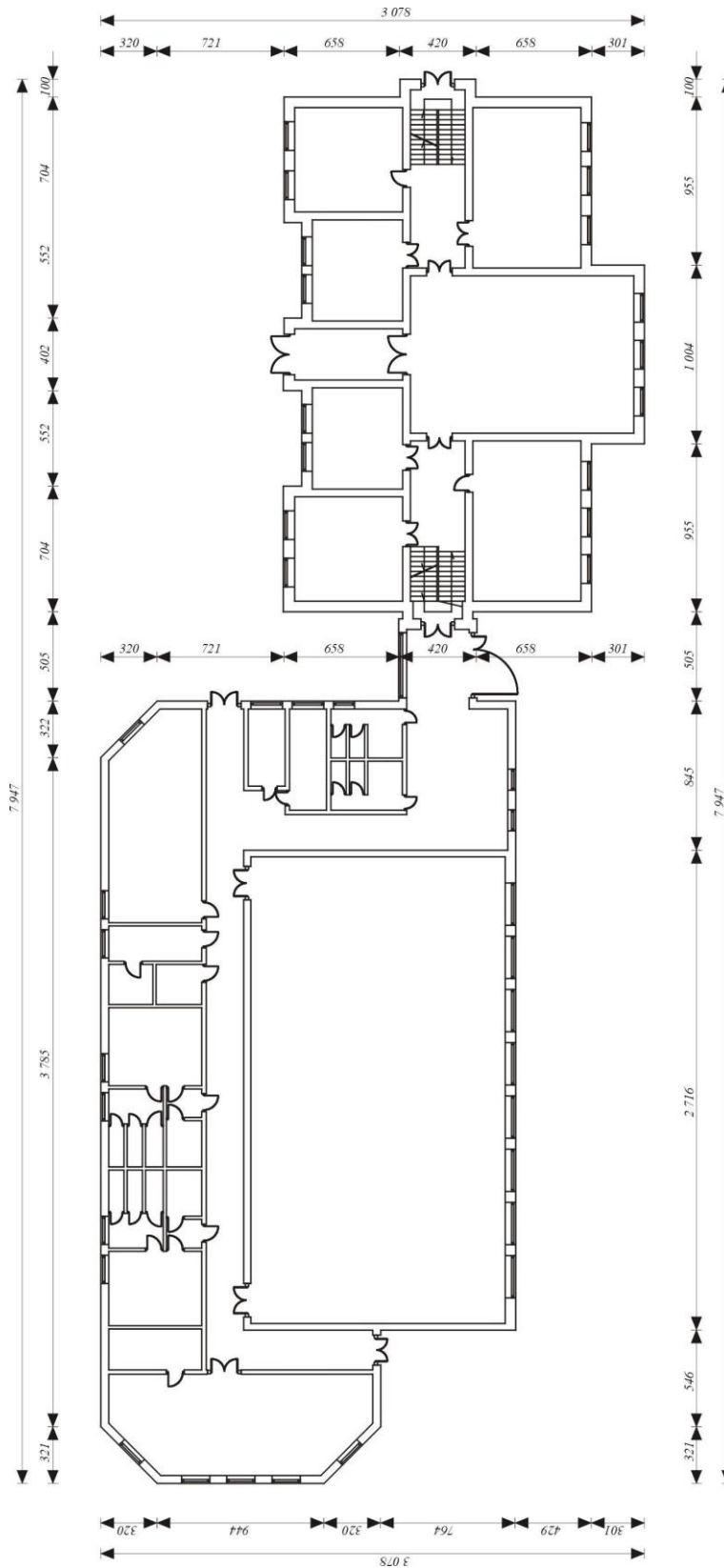
nośnik energii	Roczna redukcja emisji CO ₂									
	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO ₂	Roczne zużycie energii		WE	emisja CO ₂	emisja CO ₂	
	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/ GJ; kg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
sieć miejska	2 884,70	-	94,10	271,45	239,02	-	0,00	0,00		
energia elektryczna	-	50,04	765,0	38,28		32,50	765,0	24,86		
ogółem				309,73				24,86	284,87	91,97

Z-13 Podsumowanie

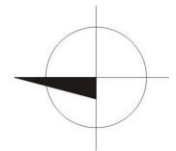
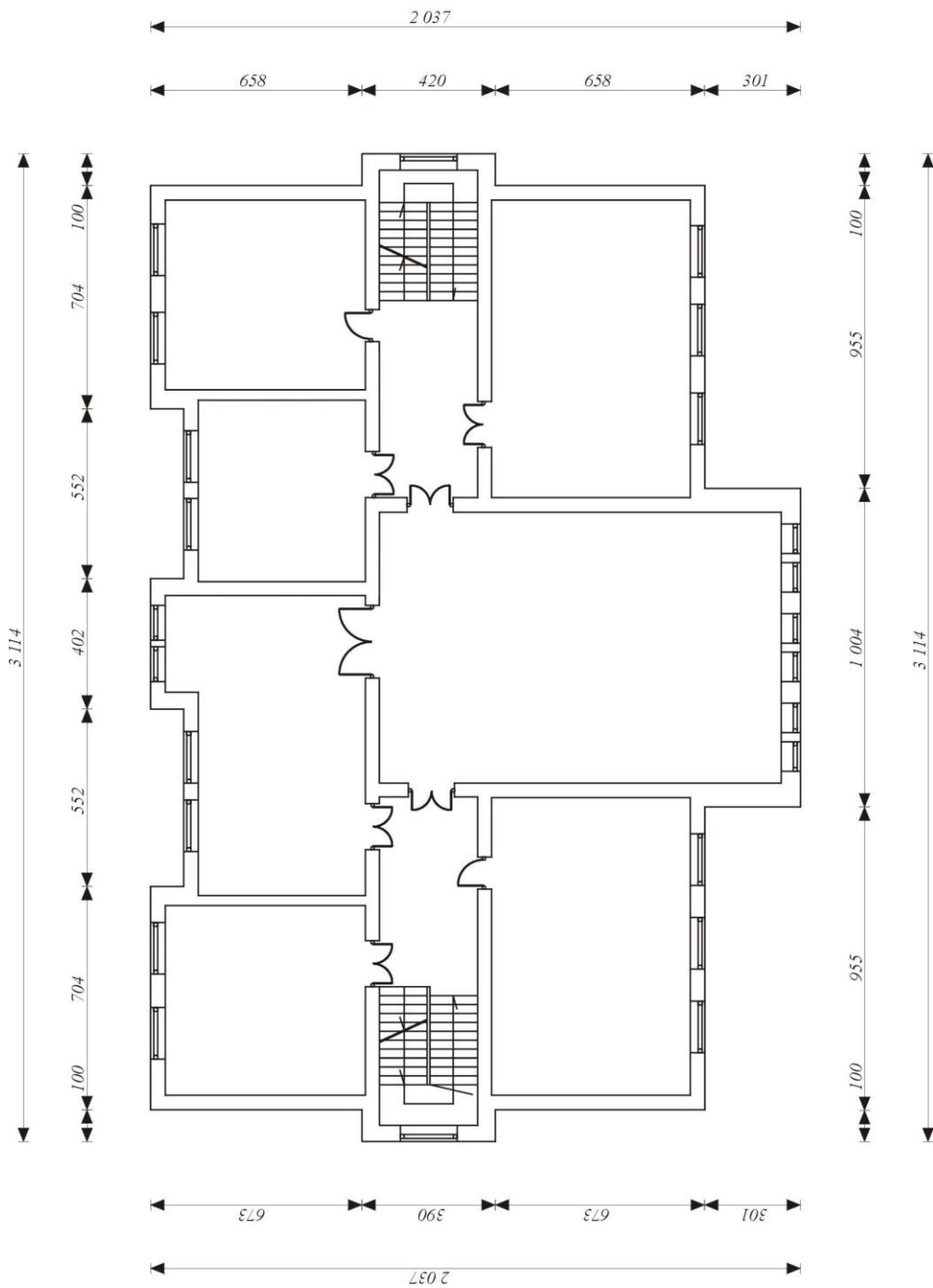
	Powierzchnia użytkowa [m ²]	2 332,15			
	Powierzchnia użytkowa części przedszkolnej [m ²]	68,10			
	Procentowy udział powierzchni przedszkolnej	2,92			
Lp.	Zakres	Jednostka	Obmiar	Cena jednostkowa [zł]	Nakłady brutto [zł]
1.	Ocieplenie stropu poddasza szkoły wełną mineralną o grubości 25 cm i wykonanie deskowania	[m ²]	441,00	280,00	123 480,00
2.	Wymiana okien w auli	[m ²]	22,82	1 500,00	34 230,00
3.	Wymiana okien w sali gimnastycznej	[m ²]	92,16	1 050,00	96 768,00
4.	Wymiana okien połaciowych	[m ²]	32,47	1 150,00	37 340,50
5.	Wymiana oświetlenia na oprawy LED	[szt.]	314	620,00	194 680,00
6.	Montaż Systemu Zarządzania Energią	[kpl]	1		50 000,00
	Ogółem nakłady dla całości obiektu	[zł]			536 498,50
	Nakłady na część przedszkolną	[zł]			15 665,76
	Ogółem nakłady bez części przedszkolnej	[zł]			520 832,74

Wskaźniki projektu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność	Oszczędność [%]
Energia końcowa dla całości obiektu	[GJ]	2 399,16	1 710,47	688,69	28,71
Energia końcowa bez części przedszkolnej	[GJ]	2 329,10	1 660,52	668,58	28,71
Emisja CO ₂ dla całości obiektu	[Mg]	309,73	24,86	284,87	91,97
Emisja CO ₂ bez części przedszkolnej	[Mg]	300,69	24,13	276,55	91,97
Energia pierwotna dla całości obiektu (h+w)	[kWh]	801 306,09	66 393,89	734 912,20	91,71
Energia pierwotna bez cz. przedszkolnej (h+w)	[kWh]	777 907,95	64 455,19	713 452,76	91,71
EP _{h+w} dla całości obiektu	[kWh/m ² rok]		28,47		
EP _{h+w} bez części przedszkolnej	[kWh/m ² rok]		28,47		
EP _L dla całości obiektu	[kWh/m ² rok]	59,16	36,6	22,56	
EP _L bez części przedszkolnej	[kWh/m ² rok]	57,43	35,53	21,90	

Z-14 Rysunki



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut parteru
 Szkoła Podstawowa nr. 3 im. Jana Pawła II w Olecku, 19-400 Olecko ul. Kolejowa 33



SZKIC WYKONANY NA POTRZEBY AUDYTU ENERGETYCZNEGO - Rzut piętra
 Szkoła Podstawowa nr. 3 im. Jana Pawła II w Olecku; 19-400 Olecko ul. Kolejowa 33