

LUK MEDIA PROJEKT

mgr inż. Joanna Szpinek

58-316 Wałbrzych
ul. Kasztelańska 60

tel. 074/666-55-82
tel. kom. 509-950-590
e-mail: biuro@lmpnieruchomosci.pl
NIP: 886-245-37-32
REGON: 361855064

<i>Stadium:</i>	AUDYT ENERGETYCZNY
<i>Adres zadania:</i>	ul. Gen. Władysława Sikorskiego 41 58-105 Świdnica
<i>Właściciel :</i>	Powiat Świdnicki ul. Marii Skłodowskiej - Curie 7 58-100 Świdnica
<i>Zarządca/ Administrator:</i>	Zespół Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika ul. Sikorskiego 41 58-105 Świdnica

<i>Opracował:</i>	mgr inż. Łukasz Szpinek uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr ewid. 82/DOS/08 DOS/IS/0391/08
-------------------	--

Wałbrzych - marzec 2016r

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Internat		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Właściciel: Powiat Świdnicki ul. Marii Skłodowskiej - Curie 7 58-100 Świdnica Zarządca: Zespół Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika ul. Sikorskiego 41 58-105 Świdnica	1.4 Adres budynku	ul. Gen. Władysława Sikorskiego 41 58-105 Świdnica Powiat Świdnicki Województwo Dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
LUK MEDIA PROJEKT mgr inż. Joanna Szpinek, ul. Kasztelańska 60, 58-316 Wałbrzych		REGON: 361855064	
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Łukasz Szpinek ul. Słowackiego 1/16, 58-310 Szczawno Zdrój	Inżynier instalacji sanitarnych – uprawnienia budowlane w zakresie sieci i instalacji sanitarnych 82/DOŚ/08 Kurs audytorów energetycznych FPE/99/2007	PESEL: 80082702153	Podpis: <i>mgr inż. Łukasz Szpinek</i> uprawnienia do projektowania i nadzoru w spełnianiu instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wentylacyjnych, kanalizacyjnych
4. Miejscowość: Wałbrzych		data wykonania opracowania: marzec/2016 r.	

5. Spis treści

1. Dane ogólne	5
1.1. Podstawa formalna	5
1.2. Podstawa prawna	5
1.3. Przedmiot opracowania	5
2. Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu	5
2.1. Opis techniczny konstrukcji	5
2.1.1. Ściany zewnętrzne	6
2.1.2. Stropodach wentylowany	6
2.1.3. Strop nad wejściem do budynku oraz podcień	6
2.1.4. Ściany wewnętrzne	7
2.1.5. Okna i drzwi	7
2.2. Podsumowanie	8
2.3. System grzewczy	8
2.3.1. Charakterystyka	8
2.3.2. Tara na ciepło	9
2.3.3. Koszt opłaty zmiennej oraz koszt opłaty stałej	9
2.4. System przygotowania c.w.u.	9
2.4.1. System c.w.u.	9
2.4.2. Tara na ciepło	10
2.4.3. Koszt opłaty zmiennej oraz koszt opłaty stałej	10
2.5. System wentylacji	10
3. Ocena stanu technicznego budynku	10
3.1. Przegrody budowlane	10
3.2. System grzewczy	12
3.3. System c.w.u. i wentylacji	12
4. Wykaz przedsięwzięć wybranych do optymalizacji	13
5. Optymalizacja przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przegrody	14
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych	15
5.1.2. Docieplenie stropodachu wentylowanego	15
5.1.3. Docieplenie stropu nad wejściem oraz podcienia	16
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę okienną	16
5.2.2. Wymiana stolarki okiennej na okna PVC	18
5.2.3. Wymiana stolarki drzwiowej na stolarkę z „ciepłego” aluminium	18
5.3. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	18
5.4. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	20
5.5. Podsumowanie	22
6. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacji	23
7. Wyliczenie rocznych oszczędności kosztów ogrzewania i oszczędności energii dla optymalnego wariantu termomodernizacji	26
8. Instalacja oświetlenia	27
8.1. Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio)	28
9. Załączniki	28
10. Literatura:	28

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Technologia budynku – szkieletowa żelbetowa, wypełnienie ścian cegła ceramiczna pełna	
2	Liczba kondygnacji	2	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9310,2	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	3214	
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	----	
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	----	
7	Liczba lokali mieszkalnych	---	
8	Liczba osób użytkujących budynek	150	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie – wymienniki c.w.u.	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Węzeł wymiennikowy	
11	Współczynnik A/V [l/m]	0,33	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne	1,840	0,203
2	Stropodach wentylowany	4,498	0,145
3	Strop nad wejściem do budynku oraz podcień	2,818	0,187
4	Okna	2,3-3,0	1,3-2,3
5	Drzwi zewnętrzne budynku	2,3-5,1	1,5-2,3
6	Ściany wewnętrzne	1,579	1,579
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
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 przesyłu	0,50	0,70
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)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności stolarki	nawietrzaki
3	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	4655	4655
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,5	0,5
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	588,2	154,4
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	71,0	36,0
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	4409,27	731,8
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	7230,68	933,30
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	1015	725
6	Zamierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	6846,53	---
7	Zamierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	899,46	---
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu) [kWh/m ² rok]	381,39	63,30

grzewczego i przerw w ogrzewaniu)			
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	625,43	80,73
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		
6. Opłaty jednostkowe			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	45,83	45,83
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW-mc)]	11955,97	11955,97
3	Koszt przygotowania 1 m ³ c.w.u. [zł/m ³]	21,47	14,54
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc [zł/(MW-mc)]	11955,97	11955,97
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	129,36	20,20
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		1 055 562,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
Planowane koszty całkowite [zł]		1 319 452,00	Premia termomodernizacyjna [zł]
Roczna oszczędność kosztów energii		369 159,26	211 112,32

Wałbrzych 11.03.2016r

Łukasz Szpinek
ul. Słowackiego 1/16
58-310 Szczawno-Zdrój

OŚWIADCZENIE

Dotyczy: Wykonania audytu energetycznego budynku Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika przy ulicy Sikorskiego 41

Obliczenia rocznego zużycia energii wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia

UWAGI ORAZ WYTYCZNE INWESTORA

1. Przewidzieć docieplenie ścian zewnętrznych
2. Przewidzieć docieplenie stropodachu wentylowanego
3. Przewidzieć docieplenie stropu nad wejściem oraz podcienia
4. Przewidzieć wymianę stolarki okiennej drewnianej
5. Przewidzieć wymianę stolarki drzwiowej drewnianej oraz stalowej
6. Przewidzieć modernizację systemu przygotowania c.w.u.
7. Przewidzieć modernizację systemu grzewczego
8. Przewidzieć wymianę oświetlenia wewnątrz i na zewnątrz budynku na oświetlenie typu LED
9. Zadeklarowane środki własne przez Inwestora – 270 000zł
10. Maksymalna wysokość kredytu możliwa do uzyskania przez Inwestora – 1 060 000zł

1. Dane ogólne

1.1. Podstawa formalna

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika przy ulicy Sikorskiego 41** zostało wykonane na zlecenie Zespołu Szkół Mechanicznych przy ulicy Sikorskiego 41 w Świdnicy na podstawie umowy o wykonanie audytów energetycznych.

1.2. Podstawa prawna

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi wykonywania tego typu opracowań, które zostały szczegółowo opisane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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)

1.3. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika przy ulicy Sikorskiego 41. W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) szereg przedsięwzięć termomodernizacyjnych odnoszących się do w/w budynku. Opracowanie kończy się wyborem najbardziej optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – wariant wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie, przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223 poz. 1459).

2. Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została przekazana audytorowi przez Zamawiającego. Budynek został oddany do użytku w 1967 roku. Obiekt jest 2 kondygnacyjnym nie podpiwniczonym. Obiekt użytkowany jest przez 150 osób (dane uzyskane od Użytkownika obiektu). Administratorem obiektu jest Zespół Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika w Świdnicy Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ pomiary z natury,
- ♦ projekt techniczny budynku,
- ♦ informacje przekazane przez właściciela budynku.

2.1. Opis techniczny konstrukcji

Przedmiotowy budynek wykonany jest w technologii żelbetowej szkieletowej. Ściany osłonowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowej. Stropy międzykondygnacyjne wykonane jako masywne - żelbetowe. Przykrycie stanowi stropodach wentylowany. Pokrycie dachu stanowi papa asfaltowa.

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[m]	2,8-3,0
2	Wysokość piwnicy	[m]	---
3	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	3214
4	Kubatura brutto	[m ³]	12854
5	Kubatura ogrzewana	[m ³]	9310,4
6	Współczynnik kształtu A/V	-	0,33

2.1.1. Ściany zewnętrzne

Ściany zewnętrzne budynku wykonane są z cegły ceramicznej pełnej za zaprawie cem-wap. o gr. 30cm Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem.-wap.	2,0	0,82
2	Cegła ceramiczna pełna	25,0	0,77
3	Tynk cem.-wap.	2,0	0,82

Współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych obliczono z poniższej formuły obliczeniowej.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e}; [W / m^2 K] \quad (1)$$

gdzie :

R_i - opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody; tu: 0,13

R_e - opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody; tu: 0,04

R - całkowity opór cieplny przegrody budowlanej obliczony z formuły (2) ;

$$R = \sum \frac{d}{\lambda}; [m^2 K / W] \quad (2)$$

Obliczeniową wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych przedstawiono na końcu rozdziału.

2.1.2. Stropodach wentylowany

Na podstawie dokonanych sprawdzeń stwierdzono, że stropodach wentylowany nad ostatnią kondygnacją składa się jedynie z płyty żelbetowej – sporadyczne występowanie strzępów izolacji termicznej (w związku z powyższym w obliczeniach cieplnych audytu nie uwzględniono występowania izolacji cieplnej). Układ warstw stropodachu wentylowanego przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Układ warstw stropodachu wentylowanego.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Żelbet	14,0	1,70

Współczynnik przenikania ciepła dla stropodachu wentylowanego obliczono z użyciem (1) i (2). Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowana na końcu rozdziału.

2.1.3. Strop nad wejściem do budynku oraz podcień

Strop nad przejściem oraz podcień wykonany jest jako żelbetowy masywny. Układ warstw stropu nad przejściem oraz podcień, licząc od góry do dołu, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw stropu nad przejściem.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Terakota	1,0	1,05
2	Wylewka cementowa	3,0	1,05
3	Paździerz	3,0	0,075
4	Żelbet	14,0	1,7
6	Tynk cem.-wap.	2,0	0,82

Współczynnik przenikania ciepła dla stropu nad przejściem obliczono z użyciem (1) i (2).

Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowana na końcu rozdziału.

2.1.4. Ściany wewnętrzne

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Na podstawie inwentaryzacji budowlanej budynku określono następujący typ ściany:

- ♦ ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej gr. 30cm

Współczynnik przenikania ciepła dla ścian wewnętrznych obliczono z użyciem formuł (1) i (2).

Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła na końcu rozdziału.

2.1.5. Okna i drzwi

W budynku znajdują się dwa typy stolarki okiennej. Stolarka okienna drewniana, oraz PCV. Stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym, wykazująca nieszczelności oraz uszkodzenia. Stolarka PVC wymienionej przez użytkownika na przestrzeni kilku ostatnich lat w dobrym stanie technicznym. Brak zamontowanych na stolarcie PVC nawietrzaków. Drzwi zewnętrzne na elewacji frontowej wykonane z PVC w dobrym stanie technicznym. Pozostała stolarka drzwiowa wykonana jako drewniana lub stalowa wykazująca nieszczelności oraz uszkodzenia. Zestawienie wszystkich rozmiarów stolarki okiennej, drzwiowej wraz z ilością oraz wartościami współczynnika przenikania ciepła znajduje się w tabeli 5.

Tabela 5. Stolarka okienna oraz drzwiowa

L.p.	Wymiar stolarki	Rodzaj stolarki	Powierzchnia	Ilość	U ¹⁾	a ²⁾
	[mmxmm]		[m ²]	[szt.]	[W/m ² K]	[m ³ /mhdaPa ^{2/3}]
Elewacja frontowa:						
	1900x1900	Okno	3,61	3	3,0	3,5
	1900x2100	Okno	3,99	7	3,0	3,5
	3100x2050	Okno	6,36	4	2,3-3,0	0,5-3,5
	1000x600	Okno	0,6	2	3,0	3,5
	3100x600	Okno	1,86	1	3,0	3,5
	3100x1900	Okno	5,89	18	2,3	0,5
	900x2100	Drzwi	1,89	2	5,1	3,5
	1500x2650	Drzwi	3,98	1	2,3	0,5
Elewacja boczna prawa:						
	3100x2050	Okno	6,36	6	2,3	0,5
	800x2000	Okno	1,6	2	3,0	3,5
	3100x600	Okno	1,86	1	3,0	3,5
	2250x600	Okno	1,35	5	3,0	3,5
	600x1900	Okno	1,14	18	2,3	0,5
	900x2100	Drzwi	1,89	1	5,1	3,5
	1500x2100	Drzwi	3,15	1	5,1	3,5
	1500x2100	Drzwi	3,15	1	2,3	0,5
Elewacja tylna:						
	3100x600	Okno	1,86	14	3,0	3,5
	1500x600	Okno	0,9	1	3,0	3,5
	3100x1850	Okno	5,74	18	3,0	3,5
	900x2100	Drzwi	1,89	1	5,1	3,5
Elewacja boczna lewa:						
	3000x1900	Okno	5,7	2	3,0	3,5
	2650x1900	Okno	5,04	1	3,0	3,5
	3100x1900	Okno	5,89	8	2,3	0,5
	2950x600	Okno	1,77	2	3,0	3,5
	1900x1900	Okno	3,61	2	3,0	3,5
	3100x1900	Okno	5,89	8	2,3	0,5
	2650x2750	Drzwi	7,29	1	5,1	3,5
Stolarka wewnątrz patio						
	3000x600	Okno	1,8	7	3,0	3,5

	3000x600	Okno	1,8	11	2,3	0,5
	3000x2050	Okno	6,15	12	2,3	0,5
	3000x600	Okno	1,8	1	3,0	3,5
	800x2050	Okno	1,64	2	3,0	3,5
	3000x1900	Okno	5,7	2	3,0	3,5
	3100x1750	Okno	5,43	8	3,0	3,5
	600x1900	Okno	1,14	12	2,3	3,5
	600x1750	Okno	1,05	28	3,0	3,5
	900x2100	Drzwi	1,89	2	5,1	3,5
	1500x2050	Drzwi	2,15	4	5,1	3,5

1) współczynnik przenikania ciepła

2) współczynnik przepływu

2.2. Podsumowanie

W załączniku I do niniejszego opracowania zamieszczono rzuty poziome kondygnacji oraz przekrój. W tabeli 6 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (odliczono powierzchnię okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 6. Współczynnik przenikania przegród budowlanych.

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna	1667	1,840
2	Stropodach wentylowany	1705	4,497
3	Strop nad wejściem do budynku oraz podcień	102	2,818

2.3. System grzewczy

2.3.1. Charakterystyka

Analizowany budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych położony przy ul. Gen. Władysława Sikorskiego 41 w Świdnicy zasilany jest w energię ciepłą na potrzeby c.o. i c.w.u. z miejskiej sieci ciepłowniczej administrowanej przez Miejskie Zakład Energetyki Ciepłej w Świdnicy Sp. z o.o. poprzez dwufunkcyjny węzeł cieplny zlokalizowany w łączniku obiektu Zespołu Szkół Mechanicznych. Węzeł ciepłowniczy dostarcza ciepło na potrzeby c.o. i c.w.u. dla dwóch budynków (budynku internatu oraz budynku dydaktycznemu wchodzących w skład Zespołu Szkół Mechanicznych). Węzeł został wykonany w roku 2009. Jest to węzeł wymiennikowy na bazie wymienników płytowych firmy Danfoss o mocy 750kW. C.w.u. przygotowywana bezpośrednio w węźle bez zasobnika. Węzeł posiada automatykę pogodową. Węzeł posiada zamontowane zawory regulacyjne c.o. i c.w.u. oraz zawór różnicy ciśnień. Stan techniczny węzła cieplnego bardzo dobry. Budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. tzn. dwururową z rozdziałem dolnym pracującą w układzie zamkniętym. Na instalacji brak zamontowanych zaworów regulacyjnych podpionowych oraz zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji wynosi $T_Z/T_P = 80^\circ\text{C}/60^\circ\text{C}$. Na instalacji zamontowane żeliwne grzejniki oraz grzejniki stalowe płytowe. Grzejniki usytuowane prawidłowo. Przyłącze ciepłe pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu w złym stanie technicznym. Ze względu na okres eksploatacji instalacja w złym stanie technicznym. Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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) na poziomach przedstawionych w tabeli 7.

Tabela 7. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,99
2	Sprawność przesyłu	η_{Hd}	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,77
4	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,0
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,6098

2.3.2. Tara na ciepło

Taryfa opłat za energię kupowaną w MZEC Świdnica Sp. z o.o. pokazuje tabela 8.

Tabela 8. Taryfy opłat za energię ciepłą z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW/m-c]	9498,44
Opłata stała za usługi przesyłowe	[zł/MW/m-c]	2457,53
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-
Cena ciepła	[zł/GJ]	34,96
Opłata zmienna za usługi przesyłowe	[zł/GJ]	10,87

2.3.3. Koszt opłaty zmiennej oraz koszt opłaty stałej

Koszt opłaty zmiennej i stałej pokazuje tabela 9.

Tabela 9. koszt opłaty zmiennej i stałej z VAT.

Koszty	Jednostka	Cena z VAT
Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	45,83
Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW/m-c]	11955,97

2.4. System przygotowania c.w.u.

2.4.1. System c.w.u.

C.w.u. przygotowywana jest centralnie w węźle cieplnym w układzie dwustopniowym z wykorzystaniem wymienników płytowych. Stan techniczny węzła bardzo dobry. Instalacja c.w.u. oraz cyrkulacji w złym stanie technicznym. Brak izolacji cieplnej, liczne korozje. Obliczenia zapotrzebowania zużycia energii oraz mocy na potrzeby c.w.u. zamieszczono w załączniku nr 3. Składowe sprawności systemu przygotowania c.w.u. oszacowano (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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) na poziomach przedstawionych w tabeli 10.

Tabela 10. Składowe sprawności przygotowania c.w.u.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania	η_{gw}	0,98
2	Sprawność przesyłu	η_{dw}	0,50
3	Sprawność wykorzystania	η_{ew}	1,00
4	Sprawność akumulacji	η_{sw}	1,00
5	Sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.	H_{0w}	0,49

2.4.2. Tara na ciepło

Taryfa opłat za energię kupowaną w MZEC Świdnica Sp. z o.o. pokazuje tabela 11.

Tabela 11. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW/m-c]	9498,44
Opłata stała za usługi przesyłowe	[zł/MW/m-c]	2457,53
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-
Cena ciepła	[zł/GJ]	34,96
Opłata zmienna za usługi przesyłowe	[zł/GJ]	10,87

2.4.3. Koszt opłaty zmiennej oraz koszt opłaty stałej

Koszt opłaty zmiennej i stałej pokazuje tabela 12.

Tabela 12. koszt opłaty zmiennej i stałej z VAT.

Koszty	Jednostka	Cena z VAT
Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	45,83
Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW/m-c]	11955,97

2.5. System wentylacji

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w pokojach, kuchniach i łazienkach. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach określone w PN-83/B-03430 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania*.

3. Ocena stanu technicznego budynku

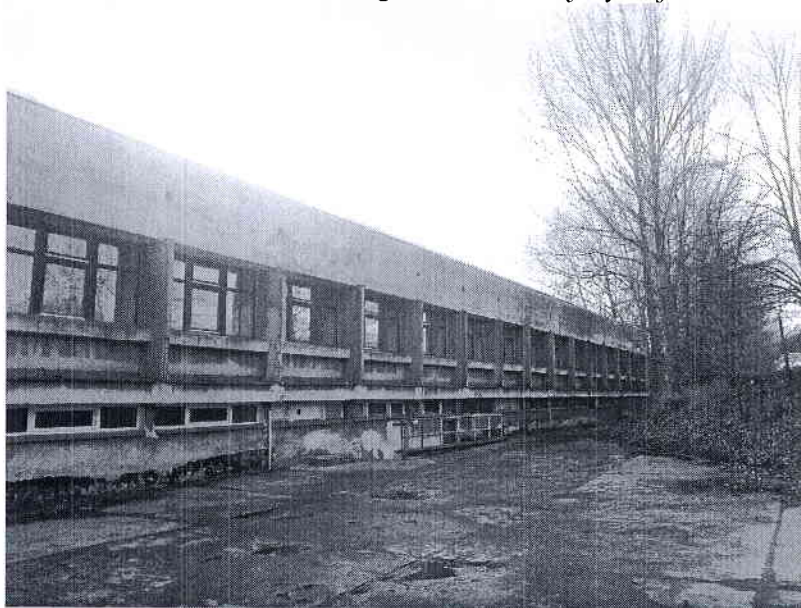
3.1. Przegrody budowlane

Budynek internatu jest eksploatowany od ponad 40 lat. Widoczne jest już jego zużycie zwłaszcza jeżeli chodzi o wygląd elewacji oraz znaczne nieszczelności w stolarce okiennej (z wyjątkiem wymienionej przez Użytkownika na przestrzeni ostatnich lat). Stwierdzono ubytki oraz odspojenia w tynkach zewnętrznych. Stropodach wentylowany wykazuje brak izolacji. Stan pokrycia dachowego dobry (pokrycie remontowane na przestrzeni ostatnich lat). Cały budynek ze względu na okres w jakim został wybudowany posiada przegrody zewnętrzne o niskiej izolacyjności termicznej, które należałoby poddać termomodernizacji. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym oraz eksploatacyjnym ocenia się jako zadowalający.

Fotografia 1 . Widok fragmentu elewacji bocznej prawej



Fotografia 2 . Widok fragmentu elewacji tylnej



Fotografia 3 . Widok fragmentu elewacji bocznej lewej



Podsumowując, budynek ze względu na okres kiedy został wybudowany, w sposób oczywisty nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 Dz. U. 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zmianami w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie. Cała stolarka okienna (z wyjątkiem wymienionej przez Użytkownika na przestrzeni ostatnich lat) znajduje się w złym stanie technicznym i uzasadniona byłaby jej wymiana. W związku z powyższym rozważa się następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne zmierzające do poprawienia izolacyjności cieplnej przegród budowlanych analizowanego budynku

- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych budynku
- ◆ docieplenie stropodachu wentylowanego,
- ◆ docieplenie stropu nad wejściem do budynku oraz podcienia
- ◆ wymiana stolarki okiennej drewnianej
- ◆ wymiana stolarki drzwiowej i stalowej drewnianej

3.2. System grzewczy

Analizowany budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych położony przy ul. Gen. Władysława Sikorskiego 41 w Świdnicy zasilany jest w energię ciepłą na potrzeby c.o. i c.w.u. z miejskiej sieci ciepłowniczej administrowanej przez Miejskie Zakład Energetyki Ciepłej w Świdnicy Sp. z o.o. poprzez dwufunkcyjny węzeł cieplny zlokalizowany w łączniku obiektu Zespołu Szkół Mechanicznych. Węzeł ciepłowniczy dostarcza ciepło na potrzeby c.o. i c.w.u. dla dwóch budynków (budynku internatu oraz budynku dydaktycznemu wchodzących w skład Zespołu Szkół Mechanicznych). Węzeł został wykonany w roku 2009. Jest to węzeł wymiennikowy na bazie wymienników płytowych firmy Danfoss o mocy 750kW. C.w.u. przygotowywana bezpośrednio w węźle bez zasobnika. Węzeł posiada automatykę pogodową. Węzeł posiada zamontowane zawory regulacyjne c.o. i c.w.u. oraz zawór różnicy ciśnień. Stan techniczny węzła cieplnego bardzo dobry. Budynek Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. tzn. dwururową z rozdziałem dolnym pracującą w układzie zamkniętym. Na instalacji brak zamontowanych zaworów regulacyjnych podpionowych oraz zaworów termostatycznych. Parametry pracy instalacji wynosi $T_z/T_p = 80^{\circ}\text{C}/60^{\circ}\text{C}$. Na instalacji zamontowane żeliwne grzejniki oraz grzejniki stalowe płytowe. Grzejniki usytuowane prawidłowo. Przyłącze ciepłe pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu w złym stanie technicznym. Ze względu na okres eksploatacji instalacja w złym stanie technicznym. Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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) na poziomach przedstawionych w tabeli 7.

W związku z powyższymi przedsięwzięciami związanymi z systemem grzewczym, które rozważa się w niniejszej pracy są :

- ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła cieplnego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o.
- ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Wykonanie źródła ciepła zasilanego z pompy ciepła z pionowym wymiennikiem ciepła.

W związku z powyższymi do dalszego opracowania przyjęto przedsięwzięcie j.w.

3.3. System c.w.u. i wentylacji

C.w.u. przygotowywana jest centralnie w węźle cieplnym w układzie dwustopniowym z wykorzystaniem wymienników płytowych. Stan techniczny węzła bardzo dobry. Instalacja c.w.u. oraz cyrkulacji w złym stanie technicznym. Brak izolacji cieplnej, liczne korozje W związku z powyższymi przedsięwzięciami związanymi z systemem przygotowania c.w.u., które rozważa się w niniejszej pracy są :

♦ Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czepalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych. W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w pomieszczeniach pokoi, kuchni oraz łazienek. Wentylacja pomieszczeń zachodzi prawidłowo. Wykonanie nowej wentylacji mechanicznej budynku wydaje się już na obecnym etapie przedsięwzięciem niewspółmiernie drogim do uzyskanych dzięki nim oszczędności energii. Postanowiono więc już na tym etapie pracy odrzucić powyższe przedsięwzięcie.

4. Wykaz przedsięwzięć wybranych do optymalizacji

W tabeli 13 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym.

Tabela 13. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku – styropianem w systemie BSO
2	Docieplenie stropodachu wentylowanego ekofibrem
3	Docieplenie stopu nad wejściem oraz podcienia styropianem w systemie BSO
4	Wymiana stolarki okiennej z wyłączeniem stolarki wymienionej przez Użytkownika na przestrzeni ostatnich lat
5	Wymiana stolarki drzwiowej z wyłączeniem stolarki wymienionej przez Użytkownika na przestrzeni ostatnich lat
6	Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czepalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych
7	Dla systemu grzewczego do dalszego opracowania przyjęto dwa warianty optymalizacji: ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostaticzne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła ciepłego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o. ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostaticzne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Wykonanie źródła ciepła zasilanego z pompy ciepła z pionowym wymiennikiem ciepła.

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

5. Optymalizacja przedsięwzięć termomodernizacyjnych

5.1. Zmniejszenie strat przenikania przegrody

Dobranie optymalnych grubości dodatkowej izolacji przegrody budowlanej dokonuje się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalną grubość docieplenia uważa się grubość dla której prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.Nr 43 poz. 346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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).

$$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}; [\text{lata}] \quad (3)$$

gdzie:

N_U - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat przenikania ciepła dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody; [zł],

ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne lata z n wykorzystanych źródeł energii [zł/rok],

$$\Delta O_{rU} = (x_0 \cdot O_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot O_{1u} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0u} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1u}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1) [\text{zł/rok}] \quad (4)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego;

Q_{0U}, Q_{1U} - roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [GJ/rok];

O_{0Z}, O_{1Z} - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ];

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

q_{0U}, q_{1U} - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [MW];

O_{0m}, O_{1m} - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł/MW*miesiąc];

Ab_0, Ab_1 - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł]

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

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

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,

S_d - liczba stopniodni obliczona wg wzoru (6); [dzień $\times$ K/rok],

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} (t_{wo} - t_e(m)) \cdot x L_d(m) [\text{dzień K/rok}] \quad (6)$$

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,
- $$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} A \cdot (t_{wo} - t_{zo}) / R \quad [\text{GJ/rok}] \quad (7)$$
- t_{zo} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej określona zgodnie z Polska Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych; [°C],

5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych

Proponuje się wykonanie docieplenia ścian zewnętrznych styropianem wg systemu BSO. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych frontowej oraz tylnej. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie Katalogów Nakładów Rzeczowych (KNR) i średnich cen materiałów budowlanych i instalacyjnych oraz robocizny i sprzętu za I kwartał 2016 roku zestawionych w zeszytach SEKOCENBUD.

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	Uc	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[W/m ² K]	[lata]
istniejąca			985,29		0,1227		-	1,840	-
8,0				175,94		0,0219	280056,0	0,329	5,4
9,0				159,56		0,0199	296726,0	0,298	5,6
10,0	3717,9	1667,00		145,97		0,0182	308395,0	0,273	5,8
11,0				134,51		0,0167	323398,0	0,251	6,0
12,0				124,72		0,0155	331733,0	0,233	6,1
13,0				116,26		0,0145	335067,0	0,217	6,1
14,0				108,87		0,0136	340068,0	0,203	6,1
15,0				102,37		0,0127	346736,0	0,191	6,2
16,0				96,60		0,0120	353404,0	0,180	6,2

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm o wsp. $\lambda=0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i taką przyjęto do dalszych rozważań (maksymalny współczynnik przenikania dla ścian zewnętrznych $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$).

5.1.2. Docieplenie stropodachu wentylowanego

Proponuje się wykonanie docieplenia stropodachu wentylowanego (pustka powietrzna od ok. 40 do 65 cm) przy użyciu ekofibru. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości warstwy ekofibru. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie Katalogów Nakładów Rzeczowych (KNR) i średnich cen materiałów budowlanych i instalacyjnych oraz robocizny i sprzętu za I kwartał 2016 roku zestawionych w zeszytach SEKOCENBUD.

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu wentylowanego.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	Uc	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[W/m ² K]	[lata]
istniejąca			2460,98		0,3067		-	4,497	-
20,0				117,26		0,0146	165385,0	0,214	1,1
22,0	3714,9	1705,00		107,07		0,0133	167090,0	0,196	1,1
24,0				98,50		0,0123	168795,0	0,180	1,1
26,0				91,21		0,0114	170500,0	0,167	1,1
28,0				84,92		0,0106	172205,0	0,155	1,1
30,0				79,44		0,0099	173910,0	0,145	1,1
32,0				74,62		0,0093	179025,0	0,136	1,2

Optymalną warstwą docieplenia stropodachu wentylowanego będzie warstwa ekofibru o grubości 30 cm o wsp. $\lambda=0,045$ W/mxK i taką przyjęto do dalszych rozważań (maksymalny współczynnik przenikania dla stropodachu 0,20 W/m²K).

5.1.3. Docieplenie stropu nad wejściem oraz podcienia

Proponuje się wykonanie docieplenia stropu nad wejściem oraz podcienia styropianem wg systemu BSO. W tabeli 16 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości warstwy styropianu. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie Katalogów Nakładów Rzeczowych (KNR) i średnich cen materiałów budowlanych i instalacyjnych oraz robocizny i sprzętu za I kwartał 2016 roku zestawionych w zeszytach SEKOCENBUD.

Tabela 16. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropu nad wejściem oraz podcienia.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	Uc	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[W/m ² K]	[lata]
istniejąca			92,26		0,0103		-	2,818	-
10,0				9,41		0,0011	18870,0	0,287	3,6
11,0				8,63		0,0010	19788,0	0,264	3,8
12,0				7,98		0,0009	20298,0	0,244	3,9
13,0	3714,9	102,00		7,41		0,0008	20502,0	0,226	3,9
14,0				6,92		0,0008	21012,0	0,211	4,0
15,0				6,49		0,0007	21522,0	0,198	4,1
16,0				6,11		0,0007	21624,0	0,187	4,1
17,0				5,78		0,0006	22236,0	0,176	4,2
18,0				5,47		0,0006	22440,0	0,167	4,2

Optymalną warstwą docieplenia stropu nad wejściem oraz podcienia będzie warstwa styropianu o grubości 16 cm o wsp. $\lambda=0,032$ W/mxK i taką przyjęto do dalszych rozważań (maksymalny współczynnik przenikania dla stropodachu 0,20 W/m²K).

5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę okienną

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego polegającego 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 ulepszeń technicznych. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz.346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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).

$$SPBT = (N_{Ok} + N_w) / \Sigma(\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw}); [\text{lata}] \quad (8)$$

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 wykorzystanych źródeł energii, zł/rok; [zł/rok],

ΔO_{rw} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok; [zł/rok],

Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw}$ dla n-tego źródła oblicza się ze wzoru

$$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot O_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot O_1 \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1) [\text{zł/rok}] \quad (9)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego;

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego, 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 ściennie), jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat ciepła przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [GJ/rok];

O_{0z}, O_{1z} - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termo modernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ];

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

q_0, q_1 - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat ciepła przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [MW];

O_{0m}, O_{1m} - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł/MW*miesiąc];

Ab_0, Ab_1 - opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego [zł]

$$Q_{0u}, Q_{0l} = (8,64 \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U + 2,94 \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d) \cdot 10 [\text{GJ/rok}] \quad (10)$$

A_{ok} - powierzchnia całkowita okien przed i po termomodernizacji m^2 ;

U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, $W/(m^2 \cdot K)$,

S_d - liczba stopniodni obliczona wg wzoru (6); [dzień x K/rok],

V_{nom} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; [m^3/h]

c_r - współczynnik korekcyjny;

c_w - współczynnik korekcyjny;

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} A_{Ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) + 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) [\text{MW}] \quad (11)$$

t_{zo} - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych; [$^{\circ}C$],

t_{wo} - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi; [$^{\circ}C$],

V_{obl} - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; [m³/h]

5.2.2. Wymiana stolarki okiennej na okna PVC

Proponuje się wymianę istniejących okien drewnianych na okna PVC z szybą zespoloną. Do dalszych rozważań dwa typy okien :

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 17. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej PVC

okno	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	Nok	SPBT
PCV								
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 3,0			837,72		0,0730		-	-
1,5	3714,9	342,00		673,07		0,0587	256500,0	26,7
1,3				651,11		0,0568	273600,0	25,1

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej jest stolarka PCV o współczynniku przenikania ciepła okna $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Przy wymianie stolarki należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie odpowiedniego dopływu (nawiewu) świeżego powietrza. Przy wymianie stolarki okiennej należy zwracać uwagę na zamontowanie w oknach nawietrzników okiennych.

5.2.3. Wymiana stolarki drzwiowej na stolarke z „ciepłego” aluminium

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki drzwiowej na stolarke z „ciepłego” aluminium. Przyjęto do dalszych rozważań dwa typy stolarki :

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła drzwi $U = 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła drzwi $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 18. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej z „ciepłego” aluminium

okno	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	Nok	SPBT
PCV								
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 5,1			565,70		0,0704		-	-
1,7	3714,9	35,00		527,51		0,0657	38500,0	15,8
1,5				525,26		0,0654	40250,0	15,6

Optymalnym rodzajem stolarki drzwiowej jest stolarka z „ciepłego” aluminium o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

5.3. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalny uważa wariant dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.Nr 43 poz. 346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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).

$$SPBT = N_{cw} / \Delta O_{rcw}; [\text{lata}] \quad (12)$$

gdzie:

N_{cw} - planowane koszty robót związanych ze modernizacją instalacji ciepłej wody użytkowej; [zł],

ΔO_{rcw} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii [zł/rok],

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rcw} n-tego źródła oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_{rcw} = (x_0 * O_{0cw} * O_{0z} / \eta_{0w} - x_1 * O_{1cw} * O_{1z} / \eta_{1w}) + 12 * (y_0 * q_{0cw} * O_{0m} - y_1 * q_{1cw} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1) \quad (13)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;

Q_{0cw}, Q_{1cw} - zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone przez audytora na podstawie analizy i prognozy zużycia ciepła [GJ/rok];

O_{0z}, O_{1z} - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termo modernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ];

η_{0w}, η_{1w} - całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po termomodernizacji, obliczana zgodnie ze wzorem.

Całkowitą sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{0w}, η_{1w} oblicza się ze wzoru:

$$\eta_{0w}, \eta_{1w} = \eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} \quad (14)$$

η_{gw} - sprawność wytwarzania ciepła, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,

η_{dw} - sprawność przesyłu ciepła w instalacji ciepłej wody, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw,

η_{sw} - sprawność akumulacji ciepła w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw,

η_{ew} - sprawność wykorzystania ciepła, przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw.

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

q_{0u}, q_{1u} - zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowanie ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego, określone na podstawie analizy i prognozy zużycia [MW];

O_{0m}, O_{1m} - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł/MW*miesiąc];

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

W opracowaniu przyjęto jako przedsięwzięcia:

- Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czerpalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych

Tabela 19. Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło dla celów c.w.u.

Rodzaj	n0w	n1w	Qocw	Q1cw	q0cw	q1cw	Ncw	ΔQrcw	SPBT
usprawnienia	--	--	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	zł	[zł/rok]	[lata]
przyłącze, leżaki, piony, izolacja ciepła, baterie czasowe, kolektory słoneczne	0,49	0,69	1015,0	725,0	0,071	0,036	150000,0	18312,2	8,2

Jako wariant usprawnienia termomodernizacyjnego związanego z poprawą sprawności systemu przygotowania c.w.u. przyjęto pełny zakres robót:

- Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czepalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych

5.4. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz. 346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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).

$$SPBT = N_{co} / \Delta O_{rcw}; [\text{lata}] \quad (15)$$

gdzie:

N_{co} - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego; [zł],

ΔO_{rcw} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii; [zł/rok],

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{rcw} źródła oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_{rcw} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_0 - x_1 \cdot w_{tl} \cdot w_{dl} \cdot Q_{lco} \cdot O_{lcz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{om} \cdot O_{om} - y_1 \cdot q_{lm} \cdot O_{lm}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}] \quad (16)$$

gdzie:

Q_{oco} - zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją [GJ/rok],

η_0, η_1 - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po usprawnieniu obliczana ze wzoru (14),

w_{to}, w_{tl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia

w_{do}, w_{dl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby

q_0, q_1 - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku

Całkowitą sprawność systemu grzewczego η_0, η_1 oblicza się ze wzoru

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s \quad (17)$$

gdzie:

η_g - sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub dokumentacji technicznej,

η_d -sprawność przesyłania ciepła określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub dokumentacji technicznej,

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

η_s - sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub dokumentacji technicznej,

W opracowaniu przyjęto jako przedsięwzięcia:

- ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza cieplnego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze cieplne wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła cieplnego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o.
- ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza cieplnego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze cieplne wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Wykonanie źródła ciepła zasilanego z pompy ciepła z pionowym wymiennikiem ciepła.

W tabeli 20 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na określeniu poprawy sprawności systemu grzewczego. Koszt wykonania przedsięwzięcia określono na podstawie Katalogów Norm Rzeczowych (KNR) i średnich cen materiałów budowlanych i instalacyjnych, robocizny i sprzętu za I kwartał 2016 roku zestawionych w zeszytach SEKOCENBUD oraz analizie indywidualnej

Tabela 20. Poprawa sprawność systemu grzewczego.

Rodzaj	ng	nd	ne	ns	h	Qocw	q0	q1	Nco	DOrco	SPBT
usprawnienia						[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[zł/rok]	[lata]
instalacja c.o. (rurarz, grzejniki, armatura - zawory regulacyjne, zawory i głowice termostatyczne), przyłącze, regulacja, izolacja	0,99	0,90	0,88	1	0,7841	4409,27	0,5880	0,5880	280000,0	73657,4	3,8
instalacja c.o. (rurarz, grzejniki, armatura - zawory regulacyjne, zawory i głowice termostatyczne), przyłącze, regulacja, izolacja, pompa ciepła z wymiennikiem gruntowym	3,50	0,90	0,88	0,95	2,6334	4409,27	0,5880	0,5880	1050000,0	95493,6	11,0

Jako wariant usprawnienia termomodernizacyjnego związana z poprawą sprawności systemu grzewczego przyjęto:

- ♦ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła ciepłego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o.

5.5. Podsumowanie

W tabelach 21, 22 i 23 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne, zużycia ciepła na cele c.w.u. oraz poprawy sprawności systemu grzewczego.

Tabela 21. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu wentylowanego 30 cm warstwą ekofibru o wsp. $\lambda=0,045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	173 910,0	1,1
2.	Docieplenie stropu nad wejściem oraz podcienia 16 cm warstwą styropianu o wsp. $\lambda=0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ w systemie BSO	21 624,0	5,7
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych 14 cm warstwą styropianu o wsp. $\lambda=0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ w systemie BSO	340 068,0	6,1
4.	Wymiana stolarki drzwiowej drewnianej oraz stalowej na stolarkę z "ciepłego" aluminium - współczynnik $U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	40 250,0	15,6
5.	Wymiana stolarki okiennej drewnianej na okna PVC - współczynnik $U=1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	273 600,0	25,1

Tabela 22. Zoptymalizowane usprawnienia dla modernizacji c.w.u. i c.o.

6.	Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle ciepłym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czerpalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych	150 000,0	8,2
7.	Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła ciepłego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o.	280 000,0	3,8

Tabela 23. Zoptymalizowane usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego.

Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych		Współczynnik sprawności
Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,99
Sprawność przesyłania	η_d	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,88
Sprawność akumulacji	η_s	1,0
Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia – brak usprawnień	w_t	1,00
Przerwy na ogrzewanie w okresie dnia – brak usprawnień	w_d	1,00
Sprawność całkowita systemu	η	0,7841

6. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacji

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.Nr 43 poz. 346) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku 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) dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

- ♦ planowane koszty całkowite N (w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii),
- ♦ kwotę rocznych oszczędności ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia obliczoną zgodnie ze wzorem:

$$\Delta O_{\text{ro}} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ow}) * O_{0z} - (w_{tl} * w_{dl} * Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw} / \eta_{lw}) * O_{1z} + 12 * [(q_{om} + q_{ocw}) * Q_{om} - (q_{lm} + q_{cw}) * Q_{lm}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1); \quad [\text{zł/rok}] \quad (18)$$

gdzie:

Q_{oco} - zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją [GJ/rok],

Q_{lco} - zapotrzebowanie budynku na ciepło po termomodernizacji [GJ/rok],

Q_{ocw}, Q_{lcw} - zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone przez audytora na podstawie analizy i prognozy zużycia ciepła [GJ/rok];

η_o, η_l - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji obliczana ze wzoru (11),

w_{to}, w_{tl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia

w_{do}, w_{dl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby

q_{om}, q_{lm} - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku

q_{ocw}, q_{lcw} - zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowanie ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone na podstawie analizy i prognozy zużycia [MW];

O_{0z}, O_{1z} - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ];

O_{0m}, O_{1m} - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [zł/MW*miesiąc];

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

- ◆ zmniejszenie (w%) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocw}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw} / \eta_{lcw})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocw})} \times 100 [\%]$$

(19)

- ◆ kwota środków własnych,

Zadeklarowane środki własne przez Inwestora – 270 000zł

Maksymalna wysokość kredytu możliwa do uzyskania przez Inwestora – 1 060 000zł

Za optymalną kombinację przedsięwzięć termomodernizacyjnych uznaje się taką kombinację, która spełnia wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 roku o *wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych*:

- ◆ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 10 % - gdy modernizuje się jedynie system grzewczy,
- ◆ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 15 % - w budynkach, w których po 1984r przeprowadzono modernizację systemu grzewczego
- ◆ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi co najmniej 25 % - dla pozostałych budynków,

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi przedstawiono w tabeli 24. Przy wyliczaniu optymalnej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych w każdym przypadku założono modernizację systemu c.w.u. oraz c.o.

Tabela 24. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczędn kosztów energii ΔQ	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1+2+3+4+5+6+7	1 319 452,00	369 159,26	79,9	1 055 562,00	211 112,40	211 112,32	738 318,52
B	1+2+3+4+6+7	1 045 852,00	359 238,36	78,0	836 682,00	167 336,40	167 336,32	718 476,72
C	1+2+3+6+7	1 005 602,00	356 489,10	77,5	804 482,00	160 896,40	160 896,32	712 978,20
D	1+2+6+7	665 534,00	292 849,61	64,5	532 427,00	106 485,40	106 485,44	585 699,22
E	1+6+7	643 910,00	284 042,25	62,7	515 128,00	103 025,60	103 025,60	568 084,50
F	6+7	470 000,00	91 976,17	23,0	376 000,00	75 200,00	75 200,00	183 952,34

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 21. Numerem 7 oznaczono wariant poprawy sprawności systemu grzewczego. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu docieplenia budynku (łącznie koszt ok. 40 000,0 zł)
- 2) w nakładach uwzględniano również nakłady na remont instalacji c.w.u. w wysokości 150 000,0zł – usprawnienie nr 6
- 3) założona wysokość środków własnych „brutto” w finansowaniu optymalnej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 263 890,0zł co stanowi 20,0% wartości zadania.

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię w budynkach, w których zakłada się termomodernizację systemu grzewczego i przegród zewnętrznych, w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego powinno wynosić co najmniej 25 %. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 79,9% - wymagania Ustawy są spełnione.

W związku z powyższym jako optymalna kombinację przyjęto kombinację oznaczoną literą A tzn. przewidującą wykonanie:

- ◆ Docieplenie stropodachu wentylowanego 30 cm warstwą ekofibru o wsp. $\lambda=0,045 \text{ W/mxK}$ (1),
- ◆ Docieplenie stropu nad wejściem oraz podcienia 16 cm warstwą styropianu o wsp. $\lambda=0,032 \text{ W/mxK}$ w systemie BSO (2),
- ◆ Docieplenie ścian zewnętrznych 14 cm warstwą styropianu o wsp. $\lambda=0,032 \text{ W/mxK}$ w systemie BSO (3),
- ◆ Wymiana stolarki drzwiowej drewnianej oraz stalowej na stolarkę z "ciepłego" aluminium - współczynnik $U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (4),
- ◆ Wymiana stolarki okiennej drewnianej na okna PVC - współczynnik $U=1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (5),
- ◆ Wykonanie nowej instalacji c.w.u. oraz instalacji cyrkulacyjnej. C.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym. Dodatkowo w punktach poboru c.w.u. zastosować baterie czepalne czasowe. Wymiana przyłącza c.w.u. i cyrkulacji pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze c.w.u. i cyrkulacji wykonać w technologii rur preizolowanych (6),
- ◆ Wymiana całej instalacji c.o. w budynku Internatu. Wymiana przyłącza ciepłego pomiędzy łącznikiem budynku dydaktycznego, a budynkiem Internatu. Przyłącze ciepłe wykonać w technologii rur preizolowanych. Wykonać izolację instalacji w obrębie budynku Internatu. Na instalacji przewidzieć montaż grzejników z elementami konwekcyjnymi wyposażonymi w zawory oraz głowice termostatyczne. Dodatkowo instalację wyposażać w zawory regulacyjne podpionowe. Regulacja węzła ciepłego z dostosowaniem do potrzeb docieplonego budynku. montaż izolacji cieplnej na leżakach instalacji c.o. (7),

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 79,9%, czyli powyżej 25%
2. Zadeklarowane środki własne Inwestora wynoszą 270 000,0 zł, założona wysokość środków własnych „brutto” w finansowaniu optymalnej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 263 890,0zł- oczekiwania Inwestora spełnione
3. Wysokość kredytu – 1 055 562,0zł- oczekiwania Inwestora spełnione

UWAGA:

Koszt wybranego wariantu nie obejmuje kosztu wymiany instalacji oświetleniowej

Wariant dotyczący wymiany oświetlenia wewnątrz i na zewnątrz budynku (oświetlenie patio) został przedstawiony w pkt. 8.

7. Wyliczenie rocznych oszczędności kosztów ogrzewania i oszczędności energii dla optymalnego wariantu termomodernizacji

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocw}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw} / \eta_{lcw})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocw})} \times 100 ; [\%]$$

$$Q_{oco} = 4409,27 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 731,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,6098$$

$$\eta_1 = 0,7841$$

$$Wd0, Wd1 = 1,00$$

$$Wt0, Wt1 = 1,00$$

$$Q_{ocw} = Q_{lcw} - \text{obliczeniowa zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u.} = 497,28 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_{ocw} = 0,98 \times 0,5 = 0,49$$

$$\eta_{lcw} = 0,98 \times 0,7 = 0,686$$

$$\Delta Q = ((1,0 \times 1,0 \times 4409,27 / 0,6098 + 497,28 / 0,49) - (1,0 \times 1,0 \times 731,8 / 0,7841 + 497,28 / 0,686)) \times 100 / (1,0 \times 1,0 \times 4409,27 / 0,6098 + 497,28 / 0,49)$$

$$\Delta Q = 79,9 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego z uwzględnieniem obecnej mocy):

$$q_{ocw} = 71 \text{ [kW]}$$

$$q_{lcw} = 36 \text{ [kW]}$$

$$q_o = 588 \text{ [kW]}$$

$$q_{l0} = 154,4 \text{ [kW]} - \text{wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termomodernizacji)}$$

$$O_z = 45,83 \text{ [zł/GJ]}$$

$$O_m = 11955,97 \text{ [zł/MW*m-c]}$$

Koszt ogrzewania – stan istniejący

$$K_o = (w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocw}) \times O_z + 12 \times O_m \times (q_{om} + q_{ocw}) + 12 \times A_b$$

$$K_o = (1,0 \times 1,0 \times 4409,27 / 0,6098 + 497,28 / 0,49) \times 45,83 + 12 \times 11955,97 \times (0,588 + 0,071 + 12 \times 0$$

$$K_o = 472\,476,12 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania – stan po termomodernizacji

$$K_1 = (w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw} / \eta_{lcw}) \times O_z + 12 \times O_m \times (q_{l0} + q_{lcw}) + 12 \times A_b$$

$$K_1 = (1,0 \times 1,0 \times 725 / 0,7841 + 497,28 / 0,686) \times 45,83 + 12 \times 11955,97 \times (0,1544 + 0,036) + 12 \times 0$$

$$K_1 = 103\,316,86 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 472\,476,12 \text{ zł} - 103\,316,86 \text{ zł} = 369\,159,26 \text{ zł}$$

8. Instalacja oświetlenia

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Wymiana oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio) na oświetlenie typu LED		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Wymiana oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio) na oświetlenie typu LED		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:	Właściciel: Powiat Świdnicki ul. Marii Skłodowskiej - Curie 7 58-100 Świdnica Zarządca: Zespół Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika ul. Sikorskiego 41 58-105 Świdnica		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
Czerwiec 2017	Wrzesień 2017	---	5,65
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	230,94	[GJ/rok]	5,51 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	692,82	[GJ/rok]	16,53 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	22170,24		[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	Łukasz Szpinek		
Nr uprawnień:	82/DOŚ/08		
Nr telefonu:	509 950 590		
Podpis:	Łukasz Szpinek uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych nr ewid. 82/DOŚ/08		

8.1. Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio)

Przedsięwzięcie: wymiana oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio)				
Dane: Całkowita powierzchnia oświetlanych pomieszczeń: 3214m ²				
Opis wariantów usprawnienia				
Wariant 1: Wymiana oświetlenia wewnętrznego pomieszczeń oraz zewnętrznego (patio) na oświetlenie typu LED				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Oświetlenie pomieszczeń, całkowita moc zainstalowana	kW	32,1	16,1
2	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia	h	2500	2500
3	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh	64200	32200
4	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	GJ	230,94	115,83
5	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	51360	25760
6	Roczna oszczędność energii	kWh	---	32000
7	Roczna oszczędność energii	GJ	---	115,11
8	Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	---	25600
9	Koszt całkowity/wymiana oprav	zł	---	144630
11	SPBT	lata	---	5,65
Podstawa przyjętych wartości:				
Do obliczeń przyjęto ceny podane przez sprzedawcę energii oraz koszty oprav oświetleniowych				
Wybrany wariant I		Koszt-144 630,0zł		SPBT - 5,65

9. Załączniki

- Załącznik I Rysunki budowlane budynku Internatu Zespołu Szkół Mechanicznych im. Mikołaja Kopernika przy ulicy Sikorskiego 41 w Świdnicy
- Załącznik II Zestawienie wyników zużycia energii oraz mocy grzewczej.
- Załącznik III Obliczenia zapotrzebowania zużycia energii oraz mocy na potrzeby c.w.u.

10. Literatura:

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN 12831 – Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
3. Norma PN-EN ISO 13790:2009 - Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia
4. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
5. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
6. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
7. PN-83/B-03430. „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.”
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – tekst jednolity: Dz.U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690)
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz.U. 2004 nr 130 poz. 1389)
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. (Dz.U. Nr 43 poz. 346).
11. Ustawa z dnia 11 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji (Dz.U. Nr 223 poz. 1459)