



TECHERGO™

ul. Kopcińskiego 18/63, 02-777 Warszawa
Tel. 505 143 763
NIP: 522-184-75-88; REGON 015173588
mailto:wojciechsiwaszek@op.pl

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

*Budynek szkolny
ul. Cielemęc 44
08-106 Cielemęc*

Inwestor:

*Gmina Zbuczyn
ul. Jana Pawła II 1
08-106 Zbuczyn*

Warszawa, kwiecień 2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	szkolny	1.2. Rok budowy 1927
1.3.	Inwestor <small>(nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)</small>	Gmina Zbuczyn ul. Jana Pawła II 1 08-106 Zbuczyn tel. fax. PESEL	1.4. ul. Cielemęc 44 kod 08-106 miejscowość Cielemęc powiat siedlecki woj. mazowieckie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt TECHERGO Zbigniew Siwaszek 02-777 Warszawa ul. Kopcińskiego 18/63 REGON: 015173588			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Zbigniew Siwaszek 55051004770, 02-777 Warszawa ul. Kopcińskiego 18/63 KAPE: 0150			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	inż. Anna Siwaszek	inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2			
3			
4			
5	Miejscowość Warszawa	Data wykonania opracowania	kwiecień 2016
6 Spis treści			
1	Strona tytułowa		str 1
2	Karta audytu energetycznego		str 3
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi Inwestora		str 5
4	Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku		str 6
5	Ocena stanu technicznego budynku		str 9
6	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str 10
7	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str 11
8	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str 25
9	Efekt ekologiczny		str 26
10	Obliczenia pomocnicze dla energii oświetlenia wbudowanego.		str 27
11	Złączniki do audytu energetycznego		str 30

2. Karta audytu energetycznego budynku¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4900,90	4900,9
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1057,70	1057,7
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1057,70	1057,7
7.	Liczba lokali	27	27
8.	Liczba osób użytkujących budynek	115	115
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Instalacja c.w.zasilana z wymienników pojemnościowych zasilanych z kotłowni węglowej. Poza okresem grzewczym podgrzewana elektrycznie.	c.w. zasilana z wymienników pojemnościowych zasilanych z pompy ciepła powietrze-woda
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Instalacja c.o.zasilane z kotłowni węglowej	Instalacja c.o.zasilane z kotłowni węglowej
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,57	0,57
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,134; 0,847; 0,296	0,196; 0,197; 0,179
2.	dach stropodach niewentylowany strop pod nieogr. poddaszem	3,053; 0,255; 1,911; 0,222; 1,556	3,053; 0,15; 0,148; 0,148; 0,145
3.	Strop nad piwnicą		
4.	podłoga na gruncie	1,556	0,265; 0,474; 0,25
5.	Okna	5,2; 1,8	5,2; 1,8
6.	Drzwi	1,8; 3	1,8; 3
7.	Inne	--	--
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	0,82
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,85
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99 / 0,65	2,60
2.	Sprawność przesyłu	0,6 / 0,6	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1 / 1	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,8 / 0,8	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanady	okna/kanady
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	7603,2	7603,2
4.	Liczba wymian [1/h]	1,55	1,51
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	119,12	68,08
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	33,70	5,95
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	890,21	478,71
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1566,55	551,75
5.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	77,53	14,69
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 597,89	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	75,98	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	233,79	125,72

9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	411,42	144,90
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	1,99
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]		
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]		
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]		
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]		
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]		
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]		
7.	Inne [zł]		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu	[zł]	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	
Planowane koszty całkowite	[zł]	Premia termomodernizacyjna [zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]		
<p>¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>²⁾ U_{oze} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p>			
8. Charakterystyka energetyczna budynku razem z oświetleniem			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	119,12	68,08
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	33,70	5,95
3.	Obliczeniowa moc oświetlenia [kW]	9,20	1,66
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	890,21	478,71
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1566,55	551,75
6.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	77,53	14,69
7.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia [kWh/rok]	18 399,96	3 314,00
8.	Wskaźnik Eu rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, podgrzewu cwu i oświetlenia (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	240,61	132,54
9.	Wskaźnik Ek rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, podgrzewu cwu i oświetlenia (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	449,17	151,89
10.	Wskaźnik Ep rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, podgrzewu cwu i oświetlenia (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	532,60	180,37
11.	Wskaźnik Ep rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, podgrzewu cwu (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	480,41	170,97
12. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	1,95
13.	Moc OZE [kW]	0,00	13,88
14.	Energia pierwotna dla ciepła [kWh]	508130,10	180832,39
15.	Energia pierwotna dla urządzeń pomocnicze [kWh]	3319,65	4369,58
16.	Energia pierwotna dla oświetlenia [kWh]	55199,88	9942,00
17.	Energia pierwotna całkowita [kWh]	566649,63	195143,98
9. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego razem z oświetleniem			
Planowana kwota kredytu	[zł]	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,18%
Planowane koszty całkowite	[zł]	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną [%]	65,56%
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]		

Cel audytu energetycznego

Audyty energetyczny ma na celu wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku szkolny w miejscowości **Cielemęc** przy **Cielemęc 44** i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej. Audyt ma rozważyć opłacalność różnych działań termomodernizacyjnych. Docelowo, wszelkie działania mają spowodować zmniejszenie kosztów dostaw ciepła.

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi Inwestora**3.1. Dokumentacja projektowa**

- 1 Inwentaryzacja budynku szkolnego w miejscowości Czuryły. Maj 1993 r.
- 2 Projekt budowlany rozbudowy szkoły podstawowej w Czuryłach o salę gimnastyczną z zapleczem. Biuro Projektowe Grafos, 21-400 Łuków, ul. Staropijarska 22, grudzień 2004 r.

3.2. Data wizji lokalnej
kwiecień 2016**3.3. Osoby udzielające informacji**
Przedstawiciele Użytkownika obiektu**3.4. Wytyczne i uwagi Inwestora**
Obniżenie kosztów ogrzewania budynku

Dofinansowanie prac termomodernizacyjnych w ramach działania 4.2 Efektywność energetyczna - typ projektów – Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej w ramach REGIONALNEGO PROGRAMU

W ramach audytu dokonanie oceny efektywności: docieplenia przegród zewnętrznych - ścian, stropu pod poddaszem, stropodachów i dachów, modernizacji instalacji c.o. i c.w.u., doposażenia instalacji c.w.u. w pompę ciepła powietrzewoda. Wymiana oświetlenia na energooszczędne.

3.5. Maksymalny zadeklarowany przez Inwestora wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Deklarowany wkład własny Inwestora :
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora:

3.6. Inne dokumenty

1. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223/1459 z 18.12.08r
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17 marca 2009 r. Dz. U. 43 poz. 346. 2009
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego Dz. U. poz. 1606 z 15.10.2015 r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946:2004 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Ciepłota właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
6. Polska Norma PN-B-01706:1992 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu”.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami
8. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”
9. Program komputerowy „Audytor OZC 6.7 Pro” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
10. Polska Norma PN-EN-ISO-12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
11. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/02 „Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków”
12. Umowa i faktury od dostawcy ciepła
13. Polska Norma PN-EN-ISO-13370 "Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania"

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Nazwa obiektu		Budynek szkolny			
Własność budynku		Gmina Zbuczyn			
Miejscowość, osiedle		08-106		Cielemęc	
Adres		Cielemęc 44			
Rok budowy		1927	Rok zasiedlenia		1927
Technologia budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	981,65	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku [m ³]	7 990,40	12	Liczba kondygnacji	2
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	4 900,90	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,8; 3,0; 3,6; 8,76
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń [m ²]	857,79	14	liczba użytkowników	115
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schod. [m ²]	199,91	15	Liczba pomieszczeń	27
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0,00			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (bez. ust.) [m ²]	0,00			
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych [m ²]	0,00	16	Liczba kuchni	0
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	1057,70	17	Liczba łazienek	3
10	Budynek podpiwniczony	nie	18	Liczba WC osobno	5

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynkuTechnologia

Budynek 2 kondygnacyjny, 1 klatkowy, wykonany w technologii tradycyjnej, z poddaszem nieogrzewanym oraz częścią dobudowaną parietową.

Ściany zewnętrzne

Ściany zewnętrzne z cegły pełnej 52 cm, siporeksu 37 cm i gazobetonu 24 cm ocieplonego styropianem 10 cm. Wszystkie ściany obustronnie otynkowane.

dach stropodach niewentylowany strop pod nieogr. poddaszem

Strop pod poddaszem typu Kleina ocieplony warstwą polepy 10 cm. Dach o konstrukcji drewnianej, odeskowany. Stropodach niewentylowany zaplecza sali typu Teriva ocieplony wełną mineralną 20 cm, połać o konstrukcji drewnianej odeskowana. Dach sali gimnastycznej z płyty warstwowej o grubości 14 cm. Dach dobudówki żelbetowy 8 cm ocieplony gruzem siporexowym 10 cm.

Stropy międzykondygnacyjne

Stropy ceramiczne o łącznej grubości 30 cm.

Okna, przegrody szklane i przezroczyste

Okna w budynku dwuszybowe, zespolone w ramach z PCV o wartości współczynnika przenikania okien $U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ w stanie technicznym dobrym oraz w ramach drewnianych na poddaszu o wartości współczynnika przenikania okien $U = 5,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Drzwi

Drzwi wejściowe w ramach aluminiowych i PCV o współczynniku $U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ oraz kotłowni stalowe o współczynniku $U = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ w stanie technicznym dobrym.

Podłoga na gruncie

Podłogę na gruncie stanowi: w części szkolnej deskowanie na ślepej podłodze, w pozostałej lastriko 2 cm, posadzka betonowa 8 cm, beton chudy 5 cm i piasek 10 cm. W części z salą gimnastyczną terakota 2 cm, beton posadzkowy 5 cm, styropian 6 cm, beton chudy 10 cm, żwir 25 cm, piasek 20 cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	$U_K \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściana zewnętrzna szkoły 55 cm	N, S, E, W	531,57	521,15	1,134
2	Ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm	N, S, E, W	258,32	253,25	0,847
3	Ściana zewnętrzna sali 36 cm	N, S, E, W	412,34	392,70	0,296
4	Dach	N, S, E, W	402,37	398,39	3,053
5	Dach sali	H	347,10	330,57	0,255
6	Dach dobudówki	H	122,94	120,53	1,911
7	Stropodach niewentylowany	H	127,00	127,00	0,222
8	Strop pod nieogr. Poddaszem	H	282,54	282,54	1,556
9	Podłoga na gruncie		553,12	553,12	0,265
10	Podłoga na gruncie dobudówki		108,29	108,29	0,474
11	Podłoga na gruncie sali		116,93	116,93	0,250
12	Ściana wewnętrzna 19 cm		58,88	58,88	1,174

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o. i c.w.u.)	q_{moc} [kW]	119,117/33,703
2	Zamówiona moc cieplna dla (c.o. i c.w.u.)	q [kW]	-/-
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	890,21
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ² a]	233,79
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	1 566,55
6	Taryfa opłat (z VAT) dla c.o. - paliwem węglowym lub koksem		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	
7	Taryfa opłat (z VAT) dla c.w.u. - podgrzewacze elektryczne		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	
8	Taryfa opłat (z VAT) dla c.w.u. - paliwem węglowym lub koksem		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	

4d. Charakterystyka systemu ogrzewania			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Typ instalacji	Instalacja, wodna, dwururowa, pompowa, dolna, typu zamkniętego.	
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C	
3.	Przewody w instalacji	stalowe	
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe, stalowe, płytowe	
5.	Oslonięcie grzejników	częściowo	
6.	Zawory termostatyczne	częściowo	
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g =$	0,82
		$\eta_d =$	0,90
		$\eta_e =$	0,77
		$\eta_s =$	1,00
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	
9.	Modernizacja instalacji po 1984 r.	nie	

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja c.w.u. z obiegami cyrkulacyjnymi.	
2.	Piony i ich izolacja	Przewody z rur stalowych, ocynkowanych. Stan przewodów dobry i dostateczny.	
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak	
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c	-	

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji			
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	7603	

4.h. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku			
Kotłownia węglowa na potrzeby c.o. i c.w.u. bez automatyki pogodowej.			

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych jest dobry. Stolarka okienna w stanie technicznym dobrym. Drzwi zewnętrzne aluminiowe, pcv i stalowe w dobrym stanie technicznym.

5.2. System grzewczy

Budynek jest zasilany w ciepło z własnej kotłowni węglowej nie wyposażonej w automatykę pogodową. Parametry wody instalacyjnej: 90/70.

Instalacja c.o. wodna, dwururowa, pompowa. Rury stalowe. Przy grzejnikach częściowo zamontowane zawory termostatyczne. Elementami grzejnymi są grzejniki żeliwne, członowe i stalowe, płytowe. Orurowanie instalacji w stanie technicznym dobrym. Izolacja termiczna orurowania niekompletna.

Na podstawie obliczeń moc cieplna systemu grzewczego dla budynku wynosi: 119,12 kW.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja c.w.zasilana z wymienników pojemnościowych zasilanych z kotłowni węglowej. Poza okresem grzewczym podgrzewana elektrycznie. Instalacja c.w.u. z obiegami cyrkulacyjnymi.

Max. moc cieplna obliczeniowa na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi: 33,70 kW.

5.4. System wentylacyjny

Instalacja wentylacji grawitacyjnej.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne.	
	Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K] :	Należy docieplić przegrody zewnętrzne zgodnie z wymogami obowiązującymi od 1 stycznia 2021 r.:
	Ściany zewnętrzne U= 1,134; 0,847; 0,296	- dla ścian R ≥ 5,0
	dach stropodach niewentylowany strop pod nieogr. poddaszem U= 3,053; 0,255; 1,911; 0,222; 1,556	Dla stropu nad piwnicą, podłogi na gruncie R ≥ 3,33; 4,0
	podłoga na gruncie U= 1,556	Dla stropodachu, dachu, stropu zewnętrznego R ≥ 6,67
2	Okna i drzwi.	
	Okna w budynku dwuszybowe, zespolone w ramach z PCV o wartości współczynnika przenikania okien U = 1,8 W/(m ² *K) w stanie technicznym dobrym oraz w ramach drewnianych na poddaszu o wartości współczynnika przenikania okien U = 5,2 W/(m ² *K). Drzwi wejściowe w ramach aluminiowych i PCV o współczynniku U = 1,8 W/(m ² *K) oraz	Wymiana okien i drzwi na nowe z korzystniejszym współczynnikiem U.
3	Wentylacja grawitacyjna.	
	Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym nie występuje nadmierny napływ zimnego powietrza.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników w pomieszczeniach.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej.	
	Instalacja c.w.zasilana z wymienników pojemnościowych zasilanych z kotłowni węglowej. Poza okresem grzewczym podgrzewana elektrycznie. Instalacja c.w.u. z obiegami cyrkulacyjnymi.	Wymian instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostatyczne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.
5	System grzewczy.	
	Instalacja c.o. wodna, dwururowa, pompowa. Rury stalowe. Przy grzejnikach częściowo zamontowane zawory termostatyczne. Elementami grzejnymi są grzejniki żeliwne, członowe i stalowe, płytowe. Orurowanie instalacji w stanie technicznym dobrym. Izolacja termiczna orurowania niekompletna.	Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżeń 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem lub wełną mineralną przy zastosowaniu metody BSO.
		Docieplenie stropu pod poddaszem wełną mineralną lub styropianem od strony poddasza wraz z usunięciem dotychczasowej warstwy docieplającej. Docieplenie stropodachu niewentylowanego zaplecza i dobudówki wełną mineralną lub celulozową przez wdmuchanie do przestrzeni międzystropowej. Docieplenie dachu sali gimnastycznej styropapą od zewnątrz wraz z wykonaniem nowej izolacji wodoszczelnej.
2	j.w. przez strop piwnicy	Docieplenie podłogi na gruncie styropianem.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Okna nie wymagają wymiany
		Drzwi nie wymagają wymiany
4	Poprawienie sprawności instalacji c.w.	Wymian instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostacyjne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.
5	Poprawienie sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostacyjne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżeń 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem lub wełną mineralną przy zastosowaniu metody BSO.
		Docieplenie stropu pod poddaszem wełną mineralną lub styropianem od strony poddasza wraz z usunięciem dotychczasowej warstwy docieplającej. Docieplenie stropodachu niewentylowanego zaplecza i dobudówki wełną mineralną lub celulozową przez wdmuchanie do przestrzeni międzystropowej. Docieplenie dachu sali gimnastycznej styropapą od zewnątrz wraz z wykonaniem nowej izolacji wodoszczelnej.
		Docieplenie podłogi na gruncie styropianem. nie realizowane na wniosek inwestora
		Okna nie wymagają wymiany
		Drzwi nie wymagają wymiany
II	Podwyższenie sprawności instalacji c.w.	Wymiana instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostaty i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.
III	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżen 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}C$
t_{wo}		8,0	8,0	$^{\circ}C$
t_{zo}		-22,0	-22,0	$^{\circ}C$
S_d *	dla przegród zewnętrznych	3971,8	3971,80	dzień·K·a
	dla pomieszczeń o two 8	1291,8	1291,80	
Ogrzewanie				
$O_{0m,}$				zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$				zł/GJ
$A_{b0,}$				zł/m-c
Ciepła woda				
$O_{0m,}$				zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$				zł/GJ
$A_{b0,}$				zł/m-c
$O_{0m,}$				zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$				zł/GJ
$A_{b0,}$				zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla: Siedlce

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		Ściana zewnętrzna szkoły 55 cm				
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia</p>		$A = 521,15 \text{ m}^2$ $A_{\text{kosz}} = 531,57 \text{ m}^2$				
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową styropianem lub wełną mineralną współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$.</p> <p>Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej. Minimalna wartość oporu cieplnego przegrody (ściany zewnętrznej) po termomodernizacji wynosi $5,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m^2/KW		4,17	4,44	4,72
3	Opór cieplny R	m^2/KW	0,88	5,05	5,33	5,60
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S d A \cdot U c$	GJ/a	202,8	35,4	33,6	31,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U c$	MW	0,025	0,004	0,004	0,004
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot c + 12 (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		43,87	45,02	46,19
10	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	1,13	0,198	0,188	0,178
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie średnich cen lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni powierzchni okien i drzwi (A_{kosz}) Przyjęta cena jednostkowa uwzględnia koszt wykonania ościeży i naprawę ścian zewnętrznych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	SPBT=	43,87	lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm		
Dane:		powierzchnia przełoga do obliczania strat		$A = 253,25 \text{ m}^2$		
		powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia		$A_{\text{kosz}} = 258,32 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową wełną mineralną lub styropianem						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej.						
Minimalna wartość oporu cieplnego przełoga (ściany zewnętrznej) po termomodernizacji wynosi						
$5,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,89	4,17	4,44
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,18	5,07	5,35	5,63
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	73,6	17,1	16,3	15,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,009	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		60,83	62,21	63,66
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,85	0,197	0,187	0,178
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni powierzchni okien i drzwi (A_{kosz})						
Przyjęta cena jednostkowa uwzględnia koszt wykonania ościeży i naprawę ścian zewnętrznych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :		SPBT= 60,83 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Ściana zewnętrzna sali 36 cm		
Dane: powierzchnia przełoga do obliczania strat				$A = 392,70 \text{ m}^2$		
powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia				$A_{\text{kosz}} = 412,34 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową wełną mineralną lub styropianem						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$.						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej.						
Minimalna wartość oporu cieplnego przełoga (ściany zewnętrznej) po termomodernizacji wynosi						
$5,00 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,06	0,08	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		1,67	2,22	2,78
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	3,38	5,05	5,60	6,16
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	39,9	26,7	24,1	21,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,005	0,003	0,003	0,003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		221,53	215,93	217,57
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,30	0,198	0,179	0,162
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni powierzchni okien i drzwi (A_{kosz})						
Przyjęta cena jednostkowa uwzględnia koszt wykonania ościeży i naprawę ścian zewnętrznych.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		SPBT= 215,93 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Dach sali		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 330,57 \text{ m}^2$			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 347,10 \text{ m}^2$			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dach sali styropapą						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$						
Wykonanie nowej izolacji wodoszczelnej						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,11	0,12	0,13
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{K/W}$		2,75	3,00	3,25
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{K/W}$	3,92	6,67	6,92	7,17
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	28,4	16,7	16,1	15,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,004	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		337,54	338,03	339,13
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \text{K}$	0,255	0,15	0,14	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	SPBT=	337,54 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach dobudówki		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	120,53 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	122,94 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dach dobudówki wełną mineralną lub celulozową						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,25	0,26	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,25	6,50	6,75
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,52	6,77	7,02	7,27
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	77,7	6,0	5,8	5,6
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,010	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		16,29	16,83	17,37
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,91	0,15	0,14	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	SPBT=	16,29 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 127,00 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 127,00 \text{ m}^2$</p>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodach niewentylowany wełną mineralną lub celulozową						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		2,25	2,50	2,75
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	4,50	6,75	7,00	7,25
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	9,5	6,3	6,1	5,9
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		159,23	164,23	164,23
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,22	0,15	0,14	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen lokalnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :		SPBT= 159,23 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogr. Poddaszem		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 282,54 \text{ m}^2$			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 282,54 \text{ m}^2$			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie strop pod nieogr. poddaszem wełną mineralną lub styropianem						
współczynnika przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,25	0,26	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{ K/W}$		6,25	6,50	6,75
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{ K/W}$	0,64	6,89	7,14	7,39
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	148,3	13,8	13,3	12,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,018	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a				
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		28,12	28,56	29,01
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,56	0,15	0,14	0,14
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie średnich cen lokalnych.						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej przegrody.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	SPBT=	28,12	lat	

7.2.8. Ocena i wybór przesiewięzicia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 77,53$ GJ $q_{ocw} = 0,0337$ MW zmniejszenie zużycia ciepła- 81,1%
 zmniejszenie zużycia mocy- 82,4%

Opis:

Wymian instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostaticzne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu., Q_{cw} bez instalacji solarnej	GJ/a	77,53	14,69
2	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu. Q_{cw} z instalacją solarną	GJ/a	77,53	14,69
2	Zapotrzebowanie mocy q_{cw}	MW	0,03370	0,00595
Dla instalacji c.w.u.				
3	Koszt przygotowania cwu (bez instalacji solarnej)	zł/a		
	Oszczędność ΔO_{rcw}	zł/a		
4	Koszt modernizacji N_{cw}	zł		
5	SPBT	lata		70,1

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Wartość cen jednostkowych przyjęto na podstawie Wydawnictwa Sekocenbud.

ilość zaworów termostaticznych na cyrkulacji c.c.w.	szt	1
koszt jednostkowy zaworu i montażu	zł/szt	
Montaż nowej instalacji c.w.u. z zaworami regulacyjnymi i pompami sterowanymi czasowo na cyrkulacji. Montaż pompy ciepła powietrze woda.	zł	
Koszt realizacji optymalnego usprawnienia	szt	

KOSZT		SPBT	70,1 lat
--------------	--	-------------	----------

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót N [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie - dach dobudówki		16,3
2	Ocieplenie - strop pod nieogrz. poddaszem		28,1
3	Ocieplenie - ściana zewnętrzna szkoły 55 cm		43,9
4	Ocieplenie - ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm		60,8
5	Wymian instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostatyczne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.		70,1
6	Ocieplenie - stropodach niewentylowany		159,2
7	Ocieplenie - ściana zewnętrzna sali 36 cm		215,9
8	Ocieplenie - dach sali		337,5
Uwaga: Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz stropów rozpatrywane jest łącznie z przyczyn technologicznych układania warstwy ocieplającej. Wynikowy prosty czas zwrotu SPBT dla tej operacji wynosi:			
	ściany grupa I	59,23	stropy grupa I
			0,00

7.2.10. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót N [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie Dach dobudówki		16,3
2	Ocieplenie Strop pod nieogrz. Poddaszem		28,1
3	Ocieplenie Ściana zewnętrzna szkoły 55 cm; Ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm; Ściana zewnętrzna sali 36 cm		59,2
4	Wymian instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostatyczne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.		70,1
5	Ocieplenie Stropodach niewentylowany		159,2
6	Ocieplenie Dach sali		337,5

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 890,21$ GJ/a $w_{10} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,568$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżeń 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności					
		przed			po		
1	wytwarzanie ciepła - bez zmian	$\eta_g =$	0,82			$\eta_g =$	0,82
2	przesyłanie ciepła - m-ż orurowania i izolacji	$\eta_d =$	0,90			$\eta_d =$	0,96
3	regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania -	$\eta_e =$	0,77			$\eta_e =$	0,89
4	akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s =$	1,00			$\eta_s =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,568		$\eta =$	0,701	
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - wprowadzenie przerw 2 dni	$w_t =$	1,00			$w_t =$	0,95
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie doby - wprowadzenie przerwy 8 godzin	$w_d =$	1,00			$w_d =$	0,85

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,568	0,701
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	0,95
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,85
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
6	SPBT	lata		10,3

Koszty w oparciu o oferty miejscowych firm wykonawczych

		szt	cena			koszt
1	regulacja instalacji	1				
2	m-ż orurowania i izolacji	1				
3	m-ż grzejników i zaworów termostatycznych	35				
4	montaż automatyki pogodowej	1				
5	montaż automatycznych zaworów podpińowych	13				
6	montaż odpowietrzników automatycznych	13				
razem						

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{t0} * W_{d0} * Q_{oc0} / \eta + Q_{ocw}$$

$$q_0 = q_{oc0} + q_{ocw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12 + A_{b0} * 12$$

$$DO_r = O_{r1} - O_{r0}$$

$$Q_1 = W_{t1} * W_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

Wariant	Q_{oc0}	q_{oc0}	η_0	W_{t0}	W_{d0}	Q_{ocw}	q_{ocw}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N	SPBT
	Q_{1co}	q_{1co}	η_1	W_{t1}	W_{d1}	Q_{1cw}	q_{1cw}	Q_1	q_1	O_{1r}			
stan istn.	890,21	119,12	0,57	1,00	1,00	77,53	33,70	1644,09	152,820				
I	478,71	68,08	0,70	0,95	0,85	14,69	5,95	566,44	74,031				35,67
II	488,25	69,61	0,70	0,95	0,85	14,69	5,95	577,43	75,560				32,24
III	491,77	70,01	0,70	0,95	0,85	14,69	5,95	581,49	75,956				31,88
IV	714,19	97,94	0,70	0,95	0,85	77,53	33,70	900,69	131,644				41,10
V	714,19	97,94	0,70	0,95	0,85	77,53	33,70	900,69	131,644				22,01
VI	811,30	110,29	0,70	0,95	0,85	77,53	33,70	1012,61	143,996				19,92
VII	890,21	119,12	0,70	0,95	0,85	77,53	33,70	1103,56	152,820				21,11

- koszt wykonania audytu energetycznego, dokumentacji technicznej i nadzory 135346

Wartości współczynników charakteryzujących instalację c.o. po przeprowadzonej modernizacji

η_g	0,82		
η_d	0,96		
η_e	0,89		
w_t	0,95		
w_d	0,85		
η_s	1,00		

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr war.	Planowane koszty całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔOr [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię $(Q_0 - Q_1) / Q_0 * 100\%$ [%]	Optymalna kwota kredytu N-W [zł] [%]		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności i kosztów energii [zł]
I			65,55		100,00%			
II			64,88		100,00%			
III			64,63		100,00%			
IV			49,04		100,00%			
V			45,22		100,00%			
VI			38,41		100,00%			
VII			32,88		100,00%			
war. ustawy:		oszczędność ciepła co najmniej [%]	25,00		100,00%			

Uwaga:

1. Powyższe wartości w wariantach nr: I - VII spełniają warunki Ustawy z dnia z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223/1459 z 18.12.08r

Optymalny wariant nr: I

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy techniczno-ekonomicznej oraz wytycznych i wskazówek Inwestora, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku przyjęto **war. nr: I** obejmujący działania:

- 1 Ściana zewnętrzna szkoły 55 cm - ocieplenie - styropianem lub wełną mineralną
- 2 Ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem
- 3 Ściana zewnętrzna sali 36 cm - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem
- 4 Dach sali - ocieplenie - styropapą oraz wykonanie nowej izolacji wodoszczelnej
- 5 Dach dobudówki - ocieplenie - wełną mineralną lub celulozową
- 6 Stropodach niewentylowany - ocieplenie - wełną mineralną lub celulozową
- 7 Strop pod nieogrz. Poddaszem - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem
- 8 Wymiana instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostaticzne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.
- 9 Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostaticzne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżen 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawy podanej w pkt 7.4.3.:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie: 65,55 % czyli powyżej - 25%
2. kwota kredytu wyniesie : , co stanowi : 100,00% całości nakładów
3. wysokość premii termomodernizacyjnej: 5,61% kwoty kredytu i 5,61% kosztów całkowitych
4. kwota udziału własnego co stanowi 0,00% całości nakładów

8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
--

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w pkt. 7.4.4. , po uwzględnieniu środków własnych Inwestora ujętych w pkt. 3.5. należy wykonać następujące usprawnienia (wariant nr I):

l.p.	zakres usprawnień	ilość [m ²]	grubość [m] / U [W/m ² K]	koszt [zł]	koszt jednostkowy [zł]
1	Ściana zewnętrzna szkoły 55 cm - ocieplenie - styropianem lub wełną mineralną	531,573	0,15		
2	Ściana zewnętrzna dobudówki 40 cm - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem	258,315	0,14		
3	Ściana zewnętrzna sali 36 cm - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem	412,335	0,08		
4	Dach sali - ocieplenie - styropapą oraz wykonanie nowej izolacji wodoszczelnej	347,1	0,11		
5	Dach dobudówki - ocieplenie - wełną mineralną lub celulozową	122,9	0,25		
6	Stropodach niewentylowany - ocieplenie - wełną mineralną lub celulozową	127,0	0,09		
7	Strop pod nieogr. Poddaszem - ocieplenie - wełną mineralną lub styropianem	282,5	0,25		
8	Wymiana instalacji c.w.u. na nową wraz z doposażeniem w zawory regulacyjne, termostatyczne i pompy sterowane czasowo na cyrkulacji. Wymiana zasobnika cwu. Montaż pompy ciepła powietrze-woda.				
9	Wymiana instalacji c.o. na nową wyposażoną w zawory regulacyjne. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających. Wymiana starych grzejników na nowe stalowe, płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne (zakres P-1K). Montaż izolacji i regulacja instalacji c.o. Montaż automatyki pogodowej. Wprowadzenie obniżień 2 dni w tygodniu i 8 godzin w ciągu doby.				
Koszt wykonania audytu energetycznego, dokumentacji technicznej, nadzory					

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

Wysokość udziału własnego

Wysokość kredytu

Wysokość premii termomodernizacyjnej

SPBT dla wariantu do realizacji

5,67 lat

Po przeprowadzonej termomodernizacji należy zamówić moc dla c.o. w wysokości

68,08 kW

Po modernizacji należy zamówić moc maksymalną dla c.w.u. w wysokości

5,95 kW

Po modernizacji należy zamówić moc średnią dla c.w.u. w wysokości

2,03 kW

PODSUMOWANIE
1. POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OKREŚLONA DLA ENERGII KOŃCOWEJ

Zmniejszenie zużycia energii

65,55%

2. STOPA ZWROTU INWESTYCJI

SPBT

35,67 lat

3. EFEKT EKOLOGICZNY REALIZACJI PROJEKTU – ZMNIEJSZENIE ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ WYKORZYSTYWANĄ NA POTRZEBY ZWIĄZANE ZE STANDARDOWYM UŻYTKOWANIEM BUDYNKU

65,55%

4. EFEKT EKOLOGICZNY REALIZACJI PROJEKTU – ZMNIEJSZENIE ROCZNEJ EMISJI CO₂ DO ATMOSFERY

dla ogrzewania i podgrzewu cwu

64,29%

dla ogrzewania i podgrzewu cwu

114,82 Mg

dla ogrzewania i podgrzewu cwu oraz oświetlenia

65,69%

dla ogrzewania i podgrzewu cwu oraz oświetlenia

127,37 Mg

5. POZIOM ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ W STANIE DOCELOWYM NA POTRZEBY OGRZEWANIA, WENTYLACJI ORAZ PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

EP_{h+w}

170,97 kWh/(m²*rok)

6. EFEKTYWNOŚĆ KOSZTOWA ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII

Nakład na zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną łącznie:

./kWh/rok

Nakład na zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną na ogrzewanie budynku:

!kWh/rok

9. Obliczenie efektu ekologicznego.		
		stan obecny
współczynnik nakładu na energię pierwotną dla ogrzewania	1,1	
współczynnik nakładu na energię pierwotną dla podgrzewu ciepłej wody użytkowej	3	1,1
współczynnik nakładu na energię pierwotną dla energii pomocniczej	3	
wskaźniki emisji CO ₂ dla instalacji grzewczej [We] Mg/GJ	0,0975	
wskaźniki emisji CO ₂ dla instalacji podgrzewu ciepłej wody użytkowej [We] Mg/GJ	0,2311111	0,0975
wskaźniki emisji CO ₂ dla energii pomocniczej [We] Mg/MWh	0,832	

Energia pomocnicza dla instalacji grzewczej i wentylacji

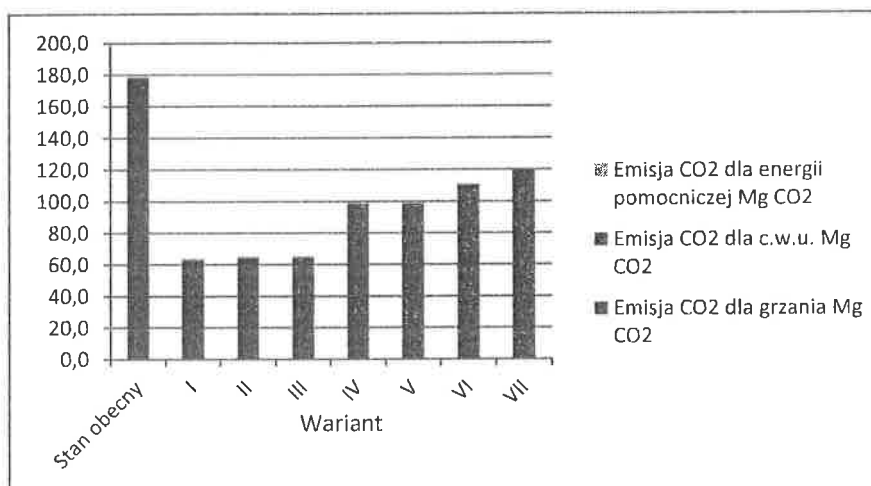
ogrzewanie obecnie			wentylacja obecnie			β
q _{el,H}	t _{el,H}	E _{el,H}	q _{el,V}	t _{el,V}	E _{el,V}	
0,15	4700	604,74	0	0	0	0
0,15	3900	501,81			0	
E _{el,pom}		1106,55				
ogrzewanie po modernizacji			wentylacja po modernizacji			β
q _{el,H}	t _{el,H}	E _{el,H}	q _{el,V}	t _{el,V}	E _{el,V}	
0,15	4700	604,74	0	0	0	0
0,15	3900	501,81			0	
E _{el,pom}		1106,55				

Energia pomocnicza dla instalacji ciepłej wody użytkowej

ciepła woda obecnie			ciepła woda pomodernizacji		
q _{el,H}	t _{el,H}	E _{el,H}	q _{el,H}	t _{el,H}	E _{el,H}
		0,00	0,05	5840	250,47
		0,00	0,2	580	99,50
		0,00			349,98

dla grzania	dla c.w.u.	energia pomocnicza	Wariant	Emisja CO ₂ dla grzania	Emisja CO ₂ dla c.w.u.	Emisja CO ₂ dla energii pomocniczej	Emisja CO ₂ razem	Różnica w emisji CO ₂
GJ/a	GJ/a	kWh/a		Mg CO ₂	Mg CO ₂	Mg CO ₂	Mg CO ₂	Mg CO ₂
1566,55	77,53	1106,55	Stan obecny	168,0	9,7	0,9	178,6	
551,75	14,69	1456,53	I	59,2	3,4	1,2	63,8	114,8
562,74	14,69	1456,53	II	60,4	3,4	1,2	65,0	113,6
566,80	14,69	1456,53	III	60,8	3,4	1,2	65,4	113,2
823,15	77,53	1106,55	IV	88,3	9,7	0,9	98,9	79,7
823,15	77,53	1106,55	V	88,3	9,7	0,9	98,9	79,7
935,08	77,53	1106,55	VI	100,3	9,7	0,9	110,9	67,7
1026,03	77,53	1106,55	VII	110,0	9,7	0,9	120,6	58,0

W stanie obecnym emisja CO₂ wynosi **178,6 Mg**
 W wyniku przeprowadzonej termomodernizacji obiektu emisja CO₂ powinna zmniejszyć się o: **114,8 Mg**
 Wielkość emisji CO₂ wyniesie: **63,8 Mg**



10. Obliczenia pomocnicze dla energii oświetlenia wbudowanego.

OŚWIETLENIE WNĘTRZ

1. Zestawienie danych dotyczących zastosowanego oświetlenia

Łącznie w budynku zinwentaryzowano do wymiany
w tym:

123 punktów świetlnych

światłówka	4X18W	szt.	33
światłówka	2x18W	szt.	61
światłówka	2x36W	szt.	6
światłówka	18W	szt.	3
światłówka	2x12W	szt.	2

Zainstalowaną moc oświetleniową określono na $P_{N1el} = 9,2$ kW

2. Określenie zakresu rzeczowego robót

Zainstalowane oświetlenie wewnętrzne w budynku charakteryzuje się małą funkcjonalnością, sporą awaryjnością, niewłaściwym stopniem doświetlenia w związku z powyższym zachodzi konieczność jego wymiany na nowoczesne spełniające kryteria polskich i europejskich norm oświetlenia miejsc pracy.

W niniejszym opracowaniu kierując się wytycznymi konkursu ograniczono się jedynie do analizy wymiany punktów świetlnych bez uwzględnienia wymiany przewodów, włączników, tablic elektrycznych i zabezpieczeń. Powyższe działania są kosztami niekwalifikowanymi i ich realizacja powinna być finansowana ze środków niepublicznych.

3. Określenie kosztów realizacji zadania

Do obliczeń przyjęto następujące ceny jednostkowe na podstawie analizy ofert firm produkujących osprzęt elektryczny wywodzących się z Unii Europejskiej oraz kosztów dostawy i wymiany:

Łączny koszt wymiany oświetlenia w budynku wyniesie:

Zastosowane będą następujące typy opraw:

typ	moc [W]	ilość [szt]	cena jednostkowa [zł]	koszt łączny [zł]
9	9	18		
20	20	33		
10	10	61		
20	20	9		
9	9	3		
9	9	2		

4. Określenie mocy zainstalowanej po realizacji zadania

$$P_{N2el} = 1,657 \text{ kW}$$

5. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku realizacji zadania

Zmniejszenie mocy zainstalowanych opraw:

$$\Delta P_{Nel} = P_{N1el} - P_{N2el} = 9,2 - 1,657 = 7,543 \text{ kW}$$

$$\Delta P_{Nel\%} = P_{N1el} / P_{N2el} * 100\% = 81,99\%$$

Zmniejszenie energii zainstalowanych opraw:

$$\Delta E_{Nel} = E_{N1el} - E_{N2el} = 18399,96 - 3314 = 15085,961 \text{ kWh/rok}$$

$$\Delta E_{Nel\%} = E_{N1el} / E_{N2el} * 100\% = 81,99\%$$

$$\Delta O_{Nel} = \Delta E_{Nel} * O_z$$

O_z – cena energii elektrycznej, zł/kWh.

$$\Delta O_{Nel} = 15085,96 * 0,58 = 8757,22 \text{ zł}$$

6. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji zadania

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = N / O_{el}$$

$$SPBT = 40850 / 61,53 = 4,66 \text{ [lata]}$$

7. Efekt ekologiczny

$$\Delta CO_2 = 15,0859607 * 0,832 = 12,55 \text{ Mg CO}_2$$

10.1 Obliczanie rocznego jednostkowego zapotrzebowania energii użytkowej do oświetlenia E_{Lj} w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku $[\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}]$ - stan obecny

$$E_{Lj} = \{F_c \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie :

F_O - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy

P_N - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w danym wnętrzu lub budynku $[\text{W}/\text{m}^2]$,

t_D - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tabelą 6 $[\text{h}/\text{a}]$,

t_N - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tabelą 6 $[\text{h}/\text{a}]$,

F_D - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 2,

F_c - współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do wymaganego w przypadku braku regulacji prowadzącej do utrzymywania natężenia oświetlenia na poziomie wymaganym wartość współczynnika F_c wynosi 1.

Budynek oceniany

Pomieszczenia (budynek) :	P_N [W/m ²]	F_c	F_O	F_D	t_D [h/a]	t_N [h/a]	t_y [h/a]	m	n	E_{Lj} [kWh/(m ² a)]
Pomieszczenie 1	8,70	1,00	1	1	1800	200	8760	0	0	17,40

Obliczanie współczynnika utrzymania

Oszacowany współczynnik zapasu "K" obiektu

1

Wyliczony współczynnik utrzymania MF

1,00

Obliczanie współczynnika uwzględniającego obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego :

$$F_c = \frac{1 + MF}{2}$$

Wyliczony współczynnik $F_c =$

1,00

Obliczanie średniej ważonej mocy jednostkowej budynku ocenianego P_N i średnio ważonego zapotrzebowania energii elektrycznej użytkowej E_L oświetlenia wbudowanego w budynku ocenianym

Pomieszczenia w budynku :	Powierzchnia użytkowa j-tego pomieszczenia A_{fj} [m ²]	Moc opraw w j-tym pomieszczeniu P_j [W]	Roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii do oświetlenia j-tego pomieszczenia E_{Lj} [kWh/m ² rok]	Moc jednostkowa opraw ośw. zainstalowana w j-tym pomieszczeniu P_j [W/m ²]	$P_j \cdot A_{fj}$ [W]	$E_{Lj} \cdot A_{fj}$ [kWh/rok]
Pomieszczenie 1	1057,70	9200	17,40	8,70	9200,0	18400,0

$\sum A_f$
1057,70

$\sum (P_j \cdot A_{fj})$	$\sum (E_{Lj} \cdot A_{fj})$
9200,0	18400,0

jednostkowa budynku ocenianego P_N : $E_L = \frac{\sum (E_{Lj} \cdot A_{fj})}{\sum A_{fj}} =$ **8,698** $[\text{W}/\text{m}^2]$

zapotrzebowanie energii elektrycznej wbudowanego w budynku ocenianym : $P_N = \frac{\sum (P_j \cdot A_{fj})}{\sum A_{fj}} =$ **17,40** $[\text{kWh}/\text{m}^2\text{rok}]$

10.2 Obliczanie rocznego jednostkowego zapotrzebowania energii użytkowej do oświetlenia E_{Lj} w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku $[\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}]$ - stan po modernizacji

$$LENI = \{F_c \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie :

F_o - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy

P_N - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w danym wnętrzu lub budynku $[\text{W}/\text{m}^2]$,

t_D - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tabelą 6 $[\text{h}/\text{a}]$,

t_N - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tabelą 6 $[\text{h}/\text{a}]$,

F_D - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 2,

F_c - współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do wymaganego

w przypadku braku regulacji prowadzącej do utrzymywania natężenia oświetlenia na poziomie wymaganym wartość współczynnika F_c wynosi 1.

Budynek oceniany

Pomieszczenia (budynek) :	P_N [W/m ²]	F_c	F_o	F_D	t_D [h/a]	t_N [h/a]	t_y [h/a]	m	n	E_{Lj} [kWh/(m ² a)]
Pomieszczenie 1	1,57	1,00	1	1	1800	200	8760	0	0	3,13

Obliczanie współczynnika utrzymania

Oszacowany współczynnik zapasu "K" obiektu

1

Wyliczony współczynnik utrzymania MF

1,00

Obliczanie współczynnika uwzględniającego obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego :

$$F_c = \frac{1 + MF}{2}$$

Wyliczony współczynnik $F_c =$

1,00

Obliczanie średniej ważonej mocy jednostkowej budynku ocenianego P_N i średnio ważonego

zapotrzebowania energii elektrycznej użytkowej E_L oświetlenia wbudowanego w budynku ocenianym

Pomieszczenia w budynku :	Powierzchnia użytkowa j-tego pomieszczenia A_j [m ²]	Moc opraw w j-tym pomieszczeniu P_j [W]	Roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii do oświetlenia j-tego pomieszczenia E_{Lj} [kWh/m ² rok]	Moc jednostkowa opraw ośw. zainstalowana w j-tym pomieszczeniu P_j [W/m ²]	$P_j \cdot A_{ij}$ [W]	$E_{Lj} \cdot A_{ij}$ [kWh/rok]
Pomieszczenie 1	1057,70	1657	3,13	1,57	1657,0	3314,0

ΣA_r
1057,70

$\Sigma(P_j \cdot A_{ij})$	$\Sigma(E_{Lj} \cdot A_{ij})$
1657,0	3314,0

jednostkowa budynku ocenianego P_N : $E_L = \frac{\sum (E_{Lj} \cdot A_{ij})}{\sum A_j} =$ 1,567 $[\text{W}/\text{m}^2]$

zapotrzebowanie energii elektrycznej $P_N = \frac{\sum (P_j \cdot A_{ij})}{\sum A_j} =$ 3,13 $[\text{kWh}/\text{m}^2\text{rok}]$

wbudowanego w budynku ocenianym :

zmniejszenie mocy [W]	7543,00	81,99%
zmniejszenie energii [kWh/rok]	15085,96	81,99%

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 2	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 3	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 4	Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 5	Szkic budynku
Załącznik 6	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego oraz wariantu optymalnego

Załącznik nr 1

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Łazienki	3	100	300
2	Oddzielne WC	5	50	250
3	Klatki schodowe	640		192
4	pomieszczenia użytkowe	4901		6861
Ogółem			$\Psi =$	7603

Zapotrzebowanie na ciepło dla ogrzewania i wentylacji

Lp		jedm.	Stan istniejący		Stan po modernizacji		Uwagi
				łącznie		łącznie	
1	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji (wyniki obliczeń)	GJ/rok	890,2		478,7		
	paliwo		paliwem węglowym lub koksem		paliwem węglowym lub koksem		
	udział		1,000	1,000	1,000	1,000	
2	Sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,82	0,82	0,82	0,82	bez zmian
3	Sprawność transportu ciepła	$\eta_d =$	0,90	0,90	0,96	0,96	m-2 orurowania i izolacji
4	stosunek sumy mocy cieplnej grzejników	χ	1,00		1,00		bez zmian
4a	obliczeniowa średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77		0,89		m-2 zaworów termostatycznych i podpiwnowych
4b	Średnią sezonową sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni	$\eta_e =$	0,77	0,77	0,89	0,89	
5	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s =$	1,00	1,00	1,00	1,00	bez zmian
6	Ogólna sprawność		0,568	0,568	0,701	0,701	
7	Udział energii OZE	%	0	0	0	0	
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	0,95	0,95	wprowadzenie przerw 2 dni
9	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	1,00	0,85	0,85	wprowadzenie przerw 8 godzin
10	moc	kW	119,12		68,08		

Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody

Lp	paliwo	jedn.	Stan istniejący			Stan po modernizacji		Uwagi
			podgrzewacze elektryczne	palenisk węglowym lub koksem	łącznie	podgrzewacze elektryczne	łącznie	
	udział		0,20	0,80	1,00	1,00	1,00	
	liczba użytkowników	os.	115	115	115	115	115	
1	ciepło właściwe wody cw	KJ/kg*K	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
2	gęstość wody p	kg/m ³	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1 000,0	
3	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody Vcw	dm ³ /(m ² ·dzień)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
4	jed. odniesienia - ogrzewana pow. Użytkowa Af	m ²	857,79	857,79	857,79	857,79	857,79	
5	temperatura wody ciepłej tcw	°C	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	
6	temperatura wody zimnej t0	°C	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
7	współczynnik korekcyjny przerw Kr		0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	
8	czas użytkowania tr	doły	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0	
9	Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego Qw,nd = Vcw*Af* c_w *p*(tcw-t0)*kr*tr/3600	kWh/rok	1 443,0	5 772,2	7 215,2	7 215,2	7 215,2	
10	sprawność wytwarzania ciepła		0,99	0,65		2,60		m-2 pompy ciepła
11	sprawność przesyłu		0,60	0,60		0,80		m-2 zaworów i pomp
12	sprawność akumulacji		0,80	0,80		0,85		m-2 zasobnika
13	sprawność sezonowa wykorzystania		1,00	1,00		1,00		bez zmian
14	sprawność całkowita		0,475	0,312		1,768		
15	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku qdsr=I1*nc=	m ³ /d	0,69	0,69	1,37	0,69	0,69	
16	Liczba godzin użytkowania	h/d	10,0	10,0	10,0	10,0	10,00	
17	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu qgsr=qdsr/h=	m ³ /h	0,069	0,069	0,137	0,069	0,069	
18	Współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody Nh=9,32*(I1-0,244)		2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	
19	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Qw,nd = Vcw*Af* c_w *p*(tcw-t0)*kr*tr/10 ³ /η	GJ/rok	10,93	66,60	77,53	14,69	14,69	
20	Max. zapotrzebowanie mocy cieplnej na cwu F=qgsr*Qcwi*kt*Nh*278=	kW	22,13	33,7	33,70	5,95	5,95	
21	Średnie zapotrzebowanie mocy cieplnej na cwu F=qgsr*Qcwj*kt*278=	kW	7,56	11,51	19,07	2,03	2,03	
22	Roczne zużycie cwu Vcw=qdsr*tuz*kt=	m ³	137,8	137,8	275,52	137,8	137,76	
23	Koszt przygotowania cwu Orcw=Qcww*Oz + c_w *Qm*12+Δh=	zł/rok						
24	Cena wody zimnej Wz=	zł/m ³						
25	Koszt wody zimnej Orzw=Vcw*Wz =	zł						
26	Całkowity koszt roczny cwu Or=	zł						
27	Średni koszt 1 m ³ cwu Or/Vcw=	zł/m ³						
28	Średni koszt podgrzania 1 m ³ cwu Or/Vcw - Wz =	zł/m ³						

Załącznik nr 4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
I	68,083	478,71
II	69,612	488,25
III	70,008	491,77
IV	97,941	714,19
V	97,941	714,19
VI	110,293	811,30
VII	119,117	890,21
stan istniejący	119,117	890,21

Załącznik nr 5

Szkic budynku

