

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O
WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Aktualizacja audytu energetycznego z dnia 25.01.2017

Szkoła Podstawowa w Stępolicach

Stępocice 4

28-440 Działoszyce

województwo: świętokrzyskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.

ul. Dobrego Pasterza 122B/107

31-416 Kraków



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej		1.2. Rok budowy 1970
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL *	Gmina Działoszyce ul. Skalbmierska 5 28-440 Działoszyce woj.: świętokrzyskie (41) 352-61-54	1.4 Adres budynku Stępocice 4 28-440 Działoszyce powiat: pińczowski woj.: świętokrzyskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
E-SPIN s.c. ul. Dobrego Pasterza 122B/107 31-416 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 68 65 777 REGON 120559958			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Łukasz KRUK Smardzowice 59B 32-077 Smardzowice woj. małopolskie PESEL 78101506811	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	sprawdzenie	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
5. Miejscowość i data wykonania opracowania		Kraków, 19.06.2017r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Ocena stanu technicznego budynku	8
6.	Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	9
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	10
8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	25
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	27
10.	Załączniki	33

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2+piwnice		2+piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2129,9		2129,9
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	663,3		663,3
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m ²]	90,0		90,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	655,0		655,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	2		2
8.	Liczba osób użytkujących budynek	85		85
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	indywidualny, podgrzewacz elektryczny		indywidualny, podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia węglowa		centralny, kocioł na biomasę
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,64		0,64
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]				
1.	Ściany zewnętrzne	1,43	0,22	
		1,43	0,25	
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,88	0,18	
		1,13	0,22	
3.	Strop na piwnicą	1,04	1,04	
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,21	0,21	
		0,41	0,41	
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60 1,60	1,10 1,60	
		5,00	1,10	
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,60 1,80	1,50 1,80	
		3,50	1,50	
7.	Inne			
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,80	
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,89	
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00	
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95	
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,98	0,98	
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna	grawitacyjna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.	stolarka / kanały went.	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	2410,7	2309,9	
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,13	1,08	

6.	Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	90,302	42,623	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	1,540	1,540	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	610,38	245,74	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1032,52	291,95	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	20,24	20,24	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	979,33		
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych		
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	258,855	104,215	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	437,878	123,814	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	95,8	
7.	Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ]	25,00	32,35	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00	
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	38,40	38,40	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	4292,70	4292,70	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,28	1,70	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	653,71	326,86	
7.	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	32,23	32,23	
8.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu, [zł]		396 504,85	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	70,35%
Planowane koszty całkowite, [zł]		466 476,29	Premia termomodernizacyjna, [zł]	40 580,92
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]		20 290,46		
9.	Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia polegającego na zastosowaniu oświetlenia energooszczędnego			
Planowane koszty wymiany instalacji elektrycznej i oświetlenia, [zł]		71 060,00	Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej, [zł/rok]	2054,98
10.	Oszczędność kosztów i zapotrzebowania energii wynikająca z przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z modernizacją oświetlenia			
Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]		22 345,44	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	70,15%

* Audyt wykonany został zgodnie z Rozporządzeniem 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. W przypadku skorzystania z innych (niż fundusz termomodernizacji) środków, wartości planowanej kwoty kredytu oraz premii termomodernizacyjnej nie będą brane pod uwagę.

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Materiały wykorzystane do sporządzenia opracowania

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej
- informacje o opłatach i zużyciu paliwa za rok 2014 przekazane przez ZEASiP

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu OZC

3.3. Osoby udzielające informacji:

Pani Anna Wites - dyrektor szkoły

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery,
- wzrost efektywności energetycznej,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

3.5. Wizja lokalna przeprowadzona w dniu: 27.08.2015r.

3.6. Maksymalny deklarowany udział środków własnych Inwestora wynosi 15%.

3.7. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

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

Norma na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród - EN ISO 6946

Norma na obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

Norma na obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii - PN-EN ISO 13790

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek Szkoły Podstawowej w Stępcicach to obiekt wolnostojący, zrealizowany w technologii tradycyjnej, wybudowany w 1970 roku. Obiekt składa się z budynku głównego oraz domu nauczyciela. Budynek główny posiada 2 kondygnacje nadziemne. Część mieszkalna dwukondygnacyjna, podpiwniczona.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej o grubości 38 cm. Ściany obustronnie tynkowane. Ściany piwnic wykonane ze żwirobetonu o grubości 38 cm.

Stropodach pełny nad budynkiem szkoły oraz częścią piwniczną. Brak wystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne PCV z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne w budynku drewniane oraz PCV, w złym stanie technicznym oraz nowe PCV w dobrym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni na paliwo stałe. Kocioł o mocy 150 kW z 2006 roku. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej określono jako zły, wymagający modernizacji.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana za pomocą pojemnościowego podgrzewacza elektrycznego. Bojler o pojemności 60 l, zlokalizowany w piwnicy.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.

4.6. Instalacja oświetleniowa.

Instalacja elektryczna w złym stanie technicznym. Źródłem światła w obiekcie są żarówki oraz świetlówki w starych oprawkach.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
I.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	przegrody zewnętrzne	
	P1 ściana zewnętrzna U= 1,43 W/(m ² K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m ² K)
	P2 ściana zewnętrzna piwnic U= 1,43 W/(m ² K)	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,23 W/(m ² K)
	P3 stropodach nad szkołą U= 0,88 W/(m ² K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,18 W/(m ² K)
	P4 stropodach pełny U= 1,13 W/(m ² K)	Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,18 W/(m ² K)
2.	okna i drzwi	
	Okna zewnętrzne PCV z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym oraz stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
	Drzwi zewnętrzne w budynku drewniane oraz PCV, w złym stanie technicznym oraz nowe PCV w dobrym stanie technicznym.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
3.	wentylacja	
	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza oraz drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
4.	instalacja ciepłej wody użytkowej	
	Ciepła woda użytkowa przygotowywana za pomocą pojemnościowego podgrzewacza elektrycznego. Bojler o pojemności 60 l, zlokalizowany w piwnicy.	Bez zmian
5.	instalacja grzewcza	
	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni na paliwo stałe. Kocioł o mocy 150 kW z 2006 roku. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej określono jako zły, wymagający modernizacji.	Wymiana źródła ciepła z kotłowni opalanej paliwem stałym (węglem) na nowoczesną kotłownię opalaną biomasą z automatycznym podajnikiem paliwa, automatyką pogodową i opomiarowaniem. Zastosowanie kotła umożliwiającego jego montaż w instalacjach w układzie zamkniętym. Zastosowanie urządzeń do odprowadzania nadmiaru ciepła. Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników na pionach. Montaż indywidualnych liczników ciepła.
6.	instalacja elektryczna	
	Instalacja elektryczna w złym stanie technicznym. Źródłem światła w obiekcie są żarówki oraz świetlówki w starych oprawach.	Wymiana oświetlenia wewnętrznego na nowoczesne typu LED z oprawami wraz z wymianą instalacji elektrycznej.

6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
l.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	przegrody zewnętrzne
		Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
		Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza oraz drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	wentylacja
		Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza oraz drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
4.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni na paliwo stałe. Kocioł o mocy 150 kW z 2006 roku. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami żeliwnymi, członowymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak zainstalowanych przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. Stan techniczny instalacji wewnętrznej określono jako zły, wymagający modernizacji.	instalacja grzewcza
		Wymiana źródła ciepła z kotłowni opalanej paliwem stałym (węglem) na nowoczesną kotłownię opalaną biomasą z automatycznym podajnikiem paliwa, automatyką pogodową i opomiarowaniem. Zastosowanie kotła umożliwiającego jego montaż w instalacjach w układzie zamkniętym. Zastosowanie urządzeń do odprowadzania nadmiaru ciepła. Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników na pionach. Montaż indywidualnych liczników ciepła.
5.	Instalacja elektryczna w złym stanie technicznym. Źródłem światła w obiekcie są żarówki oraz świetlówki w starych oprawach.	instalacja elektryczna
		Wymiana oświetlenia wewnętrznego na nowoczesne typu LED z oprawami wraz z wymianą instalacji elektrycznej.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	t_{wo}	18,48	18,48
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,00	-20,00
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O_{0z}, O_{1z}	25,00	32,35
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	0,00	0,00
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab_0, Ab_1	653,71	326,86
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x_0, x_1	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y_0, y_1	1	1

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol): SZ		
			ściana zewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,43	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,70	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	574,92	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	241,950
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	663,46	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,031592
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3411,0			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	13	3,95	3,25	0,25	0,005600	42,891	129706,43	4976,47	26,06
	14	4,20	3,50	0,24	0,005267	40,338	132028,54	5040,29	26,19
	15	4,45	3,75	0,22	0,004971	38,072	134350,65	5096,94	26,36
	16	4,70	4,00	0,21	0,004707	36,047	136672,76	5147,57	26,55
	17	4,95	4,25	0,20	0,004469	34,227	138994,87	5193,08	26,77

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	15	4,45	3,75	0,22	0,004971	38,072	134350,65	5096,94	26,36

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZPIW	
			ściana zewnętrzna piwnic		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,43	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,70	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	53,35	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	7,138
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	59,42	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,002932
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	1084,4			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	2,92	2,22	0,34	0,000702	1,710	14023,12	135,69	103,35
	10	3,48	2,78	0,29	0,000590	1,437	14557,90	142,52	102,15
	12	4,03	3,33	0,25	0,000509	1,239	15092,68	147,47	102,35
	14	4,59	3,89	0,22	0,000447	1,089	15627,46	151,22	103,35
	16	5,14	4,44	0,19	0,000399	0,972	16162,24	154,16	104,84

Wartość N _u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.									
Wariant wybrany:									
	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,03	3,33	0,25	0,000509	1,239	15092,68	147,47	102,35

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):		STRP SZ	
			stropodach nad szkołą			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,88	Materiał izolacyjny		styropapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,14	Współczynnik przewodzenia ciepła		λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	547,13	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		Q _{0u} [GJ/rok]	141,410
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	574,49	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		q _{0u} [MW]	0,018464
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3411,0				

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	16	5,14	4,00	0,19	0,004096	31,369	96514,32	2751,04	35,08
	17	5,39	4,25	0,19	0,003906	29,914	98237,79	2787,41	35,24
	18	5,64	4,50	0,18	0,003733	28,588	99961,26	2820,56	35,44
	19	5,89	4,75	0,17	0,003574	27,375	101684,73	2850,89	35,67
	20	6,14	5,00	0,16	0,003429	26,260	103408,20	2878,75	35,92

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	5,64	4,50	0,18	0,003733	28,588	99961,26	2820,56	35,44

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda : STRP PIW		
			stropodach pełny		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,13	Materiał izolacyjny	styropapa	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,88	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	53,1	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	5,620
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	55,5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,002308
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	1084,4			

optymalizacja	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	13	4,13	3,25	0,24	0,000494	1,203	8821,32	110,42	79,89
	14	4,38	3,50	0,23	0,000466	1,134	8987,76	112,14	80,15
	15	4,63	3,75	0,22	0,000441	1,073	9154,20	113,67	80,53
	16	4,88	4,00	0,20	0,000418	1,018	9320,64	115,04	81,02
	17	5,13	4,25	0,19	0,000398	0,968	9487,08	116,28	81,59

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	ΔO _{rU}	SPBT
	cm	m²×K/W	m²×K/W	W/m²×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	15	4,63	3,75	0,22	0,000441	1,073	9154,20	113,67	80,53

7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m ²	10,50	Wymiana okien zewnętrznych. Montaż nawiewników powietrza.		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 W/(m ² *K)	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	22,863
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	102,6	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,002930

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	10,50	13,900	0,001787	224,09	7875,00	35,14
2	0,90	850,00	10,50	13,281	0,001706	239,56	8925,00	37,26

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	ΔO_{rok+}	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,10	750,00	10,50	13,900	0,001787	224,09	7875,00	35,14

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	143,7	102,6	102,6
współczynnik przepływu, m ³ /((m ³ *h*daPa ^(2/3)))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c _r	1,2	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	c _m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c _w	1,2	1,2	1,2

7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZPIWS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m^2	3,69	Wymiana okien zewnętrznych. Montaż nawiewników powietrza.		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	5,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	3,384
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	36,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,000997

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta U_{rok} + \Delta Q$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m^2K	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	750,00	3,69	1,553	0,000457	45,78	2767,50	60,45
2	0,90	850,00	3,69	1,484	0,000436	47,51	3136,50	66,02

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta U_{rok} + \Delta Q$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m^2K	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	750,00	3,69	1,553	0,000457	45,78	2767,50	60,45

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	50,5	36,1	36,1
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

7.2.3. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZS				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m^2	8,96	Wymiana drzwi zewnętrznych.		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	19,510
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	87,6	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,002500

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{w}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,50	1250,00	8,96	14,498	0,001663	125,30	11200,00	89,39
2	1,30	1420,00	8,96	13,970	0,001594	138,50	12723,20	91,86

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{w}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,50	1250,00	8,96	14,498	0,001663	125,30	11200,00	89,39

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	122,6	87,6	87,6
współczynnik przepływu, $m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c_r	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_m	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

7.2.4. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZPIW				
Powierzchnia całkowita drzwi	A_{ok} m ²	2,10	Wymiana drzwi zewnętrznych.		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	U_0 W/(m ² K)	3,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	1,709
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m ³ /h	20,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,000499

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta U_{rok} + \Delta Q$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1250,00	2,10	1,080	0,000284	15,73	2625,00	166,92
2	1,30	1420,00	2,10	1,041	0,000272	16,71	2982,00	178,46

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta U_{rok} + \Delta Q$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	W/m ² *K	zł/m ²	m ²	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,50	1250,00	2,10	1,080	0,000284	15,73	2625,00	166,92

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h	vobl	30,8	20,5	20,5
współczynnik przepływu, m ³ /((m*h*daPa ^(2/3)))	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	c _r	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c _m	1,5	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c _w	1,2	1,2	1,2

7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody, c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody, ρ_w	kg/dm ³	1	1
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., k_R	-	0,55	0,55
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, A_f	m ²	655	655
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi}	dm ³ /m ² *doba	0,80	0,80
ilość osób, Li	os	85	85
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_w	°C	55	55
temperatura wody zimnej, θ_0	°C	10	10
czas użytkowania, t_R	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,rd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/3600$	kWh/rok	5 509,5	5 509,5
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,98	0,98
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,98	0,98
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	kWh/rok	5 621,92	5 621,92
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	GJ/rok	20,24	20,24
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$	m ³ /h	0,05	0,05
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	3,15	3,15
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m ³	0,11	0,11
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwi}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$	kW	4,86	4,86
średnia moc c.w.u. $q_{cwi}^{sr}=q_{cwi}^{max}/N_h$	kW	1,54	1,54
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	176,57	176,57
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	4 292,70	4 292,70
abonament c.w.u.	zł/mc	32,23	32,23
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	4 039,69	4 039,69

7.4. Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
ściana zewnętrzna	134 350,65	26,4
okna zewnętrzne stare	7 875,00	35,1
stropodach nad szkołą	99 961,26	35,4
okna zewnętrzne stare	2 767,50	60,5
stropodach pełny	9 154,20	80,5
drzwi zewnętrzne stare	11 200,00	89,4
ściana zewnętrzna piwnic	15 092,68	102,3
drzwi zewnętrzne piwnic	2 625,00	166,9

7.5. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,65
sprawność przesyłania ciepła	η_d	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,77
sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	w_t	0,85
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$	0,48

7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

L.p.	opis wariantu	$\eta_w \eta_p \eta_r \eta_e$	w_t	w_d	SZE	ΔO_{rco}	N_{co}	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,48	0,85	0,95	610,38	-	-	-
2	Wymiana źródła ciepła z kotłowni opalanej paliwem stałym (węglem) na nowoczesną kotłownię opalaną biomasą z automatycznym podajnikiem paliwa, automatyką pogodową i opomiarowaniem. Zastosowanie kotła umożliwiającego jego montaż w instalacjach w układzie zamkniętym. Zastosowanie urządzeń do odprowadzania nadmiaru ciepła. Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników na pionach. Montaż indywidualnych liczników ciepła.	0,68	0,85	0,95	610,38	6 275,99	145 000,00	23,1

7.5.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.

L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g =$	0,65	→ 0,80
	wymiana źródła ciepła na nowoczesną kotłownię opalaną biomasą z automatycznym podajnikiem paliwa			
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,96	→ 0,96
	bez zmian			
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e =$	0,77	→ 0,89
	wymiana starej instalacji c.o., zastosowanie automatyki pogodowej i zaworów termostatycznych			
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,00	→ 1,00
	bez zmian			
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	0,85	→ 0,85
	bez zmian			
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	0,95	→ 0,95
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$		$\eta_{\text{całk}}$	0,48	→ 0,68

7.5.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

	Zapotrzebowanie	
	Zapotrzebowanie mocy, MW	Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a
STAN ISTNIEJĄCY	0,0903	610,38
Wariant		
w8 ściana zewnętrzna	0,0626	380,30
w7 okna zewnętrzne stare	0,0620	371,25
w6 stropodach nad szkołą	0,0467	254,42
w5 okna zewnętrzne stare	0,0463	253,81
w4 stropodach pełny	0,0449	252,49
w3 drzwi zewnętrzne stare	0,0445	245,95
w2 ściana zewnętrzna piwnic	0,0427	245,79
w1 drzwi zewnętrzne piwnic	0,0426	245,74

7.6. Obliczenia dotyczące zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i świetlówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym i po modernizacji.

Stan istniejący				Stan po modernizacji			
rodzaj źródła	ilość, szt.	moc, W	moc, W	rodzaj źródła	ilość, szt.	moc, W	moc, W
żarówka	12	75	900	żarówka LED 12W	12	12	144
żarówka	51	75	3825	świetlówka LED 18W	102	18	1836
świetlówki liniowe	10	18	180	świetlówka LED 9W	10	9	90
świetlówki liniowe	44	36	1584	świetlówka LED 18W	44	18	792
halogeny	8	150	1200	halogen LED 30W	8	30	240
RAZEM			7689	RAZEM			3102

Powierzchnia użytkowa budynku, A_f 655 m²

Roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m²

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

symbol		stan istniejący	stan po modernizacji
P_N	jednostkowa moc opraw, W/m ²	11,74	4,74
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, h/a	600	600
t_N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, h/a	100	100
t_O	suma czasów t_D i t_N , h/a	700	700
t_y	liczba godzin w roku, h	8760	8760
F_D	współczynnik uwzględn. wykorzystanie światła dziennego	1	1
F_O	współczynnik uwzględn. nieobecność użytkowników	1	1
F_C	współczynnik uwzględn. obniżenie natężenia	1	1
$m=1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne, jeśli nie $m=0$	0	0
$n=1$	gdy stosowane jest sterowanie opraw, jeśli nie $n=0$	0	0
LENI	roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m ²	8,2	3,3
E_L	roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh	5382,3	2171,4

*rzeczywiste zużycie energii elektrycznej w obiekcie w roku 2016 wyniosło 6970 kWh.

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 3210,9 kWh/rok

Cena energii wg taryfy 0,64 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii 2054,98 zł

Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED 38060,00 zł

Koszt wymiany instalacji elektrycznej w budynku 33000,00 zł

Czas zwrotu inwestycji 34,6 lat

8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

WARIANT 9									+
WARIANT 8	+								+
WARIANT 7	+	+							+
WARIANT 6	+	+	+						+
WARIANT 5	+	+	+	+					+
WARIANT 4	+	+	+	+	+				+
WARIANT 3	+	+	+	+	+	+			+
WARIANT 2	+	+	+	+	+	+	+		+
WARIANT 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ściana zewnętrzna	okna zewnętrzne stare	stropodach nad szkołą	okna zewnętrzne stare	stropodach pełny	drzwi zewnętrzne stare	ściana zewnętrzna piwnic	drzwi zewnętrzne piwnic	system grzewczy

8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]	Optymalna kwota kredytu, [zł]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu, [zł]	16% kosztów całkowitych, [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii, [zł]
1	WARIANT 1	466 476,29	20 290,46	70,35%	396 504,85	79 300,97	74 636,21	40 580,92
2	WARIANT 2	463 851,29	20 288,54	70,34%	394 273,60	78 854,72	74 216,21	40 577,08
3	WARIANT 3	448 758,61	20 282,39	70,32%	381 444,82	76 288,96	71 801,38	40 564,78
4	WARIANT 4	437 558,61	20 031,03	69,58%	371 924,82	74 384,96	70 009,38	40 062,06
5	WARIANT 5	428 404,41	19 980,30	69,43%	364 143,75	72 828,75	68 544,71	39 960,60
6	WARIANT 6	425 636,91	19 956,86	69,37%	361 791,37	72 358,27	68 101,91	39 913,72
7	WARIANT 7	325 675,65	15 466,65	56,18%	276 824,30	55 364,86	52 108,10	30 933,30
8	WARIANT 8	317 800,65	15 118,82	55,16%	270 130,55	54 026,11	50 848,10	30 237,64
9	WARIANT 9	183 450,00	6 275,99	29,19%	155 932,50	31 186,50	29 352,00	12 551,98

9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:	70,3%
2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi:	396 504,85 zł
3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:	69 971,44 zł
4. Wysokość premii termomodernizacyjnej	40 580,92 zł

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 15 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040$ W/(mK).
2. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego $\lambda=0,036$ W/(mK).
3. Docieplić stropodach pełny nad szkołą styropapą o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040$ W/(mK).
4. Docieplić stropodach pełny nad piwnicą styropapą o grubości 15 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040$ W/(mK).
5. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe o współczynniku $U=1,1$ W/(m²K) z nawiewnikami powietrza spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
6. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe o współczynniku $U=1,5$ W/(m²K) spełniające warunki techniczne obowiązujące od 01.01.2017r.
7. Wymienić źródło ciepła na nowoczesną kotłownię opalaną biomasą z automatycznym podajnikiem, opomiarowaniem i regulatorem pogodowym. Zastosować kocioł umożliwiający jego montaż w instalacjach w układzie zamkniętym. Zastosować urządzenia do odprowadzania nadmiaru ciepła. Wymienić instalację rozprowadzającą wraz z grzejnikami. Zastosować przygrzejnikowe zawory termostacyjne, zawory odcinające oraz automatyczne odpowietrzniki na pionach. Montaż indywidualnych liczników ciepła.

Dodatkowo:

Wymienić istniejące oświetlenie wewnętrzne na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy wraz z oprawami. Wymienić wewnętrzną instalację elektryczną.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Modernizacja systemu grzewczego

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/pkt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wymiana wyeksploatowanego źródła ciepła na nowoczesne z automatyką pogodową.	1	35 000,00	35 000,00
Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających oraz automatycznych odpowietrzników na pionach. Montaż indywidualnych liczników ciepła.	55	2 000,00	110 000,00
RAZEM			145 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Przegroda 1 SZ Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 15 cm	663,46	202,50	134 350,65
Przegroda 2 SZPIW Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	59,42	254,00	15 092,68
Przegroda 3 STRP SZ Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 18 cm	574,49	174,00	99 961,26
Przegroda 4 STRP PIW Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 15 cm	55,48	165,00	9 154,20
RAZEM			258 558,79

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-moką	123,00	150,00	18 450,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m ²	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m ²	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K)	10,50	750,00	7 875,00
Okno 2 okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K)	3,69	750,00	2 767,50
Drzwi 1 drzwi zewnętrzne stare Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,50 W/(m ² K)	8,96	1 250,00	11 200,00
Drzwi 2 drzwi zewnętrzne piwnic Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,50 W/(m ² K)	2,10	1 250,00	2 625,00
RAZEM			24 467,50

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana oświetlenia na energooszczędne

OPIS	ILOŚĆ, szt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/szt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
żarówka LED 12W wraz z oprawą	12	95,00	1 140,00
światłówka LED 18W wraz z oprawą	102	235,00	23 970,00
światłówka LED 9W wraz z oprawą	10	165,00	1 650,00
światłówka LED 18W wraz z oprawą	44	235,00	10 340,00
halogen LED 30W	8	120,00	960,00
Wymiana oświetlenia			38 060,00

Zakres: Wymiana instalacji elektrycznej

OPIS	POWIERZCHNIA UŻYTKOWA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Instalacja elektryczna	655,00	50,00	33 000,00

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej związanej z termomodernizacją	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Projekt wymiany źródła ciepła z dokumentacją kosztorysową	4 000,00
Projekt wymiany instalacji c.o. z dokumentacją kosztorysową	4 000,00
Projekt docieplenia i wymiany stolarki / opis robót z dokumentacją kosztorysową	4 000,00
Projekt wymiany instalacji elektrycznej i oświetleniowej z dokumentacją kosztorysową	4 000,00
RAZEM	20 000,00

10. Załączniki

10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	SZ	ściana zewnętrzna	1,43	663,46
Przegroda 2	SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,43	59,42
Przegroda 3	STRP SZ	stropodach nad szkołą	0,88	574,49
Przegroda 4	STRP PIW	stropodach pełny	1,13	55,48
Okno 1	OZS	okna zewnętrzne stare	2,60	10,50
Okno 2	OZPIWS	okna zewnętrzne stare	5,00	3,69
Okno 3	OZN	okna zewnętrzne nowe	1,60	206,52
Drzwi 1	DZS	drzwi zewnętrzne stare	2,60	8,96
Drzwi 2	DZPIW	drzwi zewnętrzne piwnic	3,50	2,10
Drzwi 3	DZ	drzwi zewnętrzne	1,80	4,60

10.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Stępocice - SZKOŁA PODSTAWOWA	
Adres:	Stępocice 4 - stan istniejący	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kraków Balice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	655,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2129,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	76882	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	13420	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	90302	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	90302	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kraków Balice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2205,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	610,38	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	169549	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	655	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2129,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	931,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	258,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	286,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	79,6	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,3	103,97	0,00	13,31	40,03	0,936	12,79	25,96	121,04	2092,1	755,77
Luty	-2,6	99,94	0,00	13,25	42,67	0,944	16,36	23,45	118,27	2111,9	755,77
Marzec	3,2	80,85	0,00	13,31	30,93	0,826	28,87	25,96	79,77	2068,1	755,77
Kwiecień	8,3	53,02	0,00	9,36	20,68	0,666	42,01	25,13	38,38	5288,9	659,87
Maj	13,4	30,90	0,00	6,10	11,66	0,476	55,38	25,96	9,98	2087,1	659,87
Czerwiec	18,2	8,16	0,00	2,37	3,18	0,161	58,88	25,13	0,20	1650,9	659,87
Lipiec	17,5	11,71	0,00	-1,49	4,42	0,171	58,87	25,96	0,14	1140,5	659,87
Sierpień	17,5	11,71	0,00	-2,85	4,42	0,177	48,23	25,96	0,11	941,45	659,87
Wrzesień	13,8	28,10	0,00	-2,50	10,96	0,487	36,35	25,13	6,63	1579,2	659,87
Październik	9,3	50,10	0,00	-0,20	18,91	0,686	24,82	25,96	33,99	2445,5	659,87
Listopad	1,9	84,71	0,00	4,35	33,56	0,875	14,78	25,13	87,68	1898,2	755,77
Grudzień	-0,8	101,40	0,00	9,58	39,02	0,930	12,59	25,96	114,17	2024,4	755,77
W sezonie	8,3	664,57	0,00	64,59	260,43	0,530	409,92	305,71	610,38	1172,3	-528,6

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ	drzwi zewnętrzne	1,800	4,60
 DZPIW	drzwi zewnętrzne piwnic	3,500	2,10
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	2,600	8,96
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	205,12
 OZPIW	okna zewnętrzne	1,600	1,40
 OZPIWS	okna zewnętrzne stare	5,000	3,69
 OZS	okna zewnętrzne stare	2,600	10,50
 PGPAR	podłoga na gruncie	0,205	465,38
 PGPIW	podłoga w piwnicy	0,412	134,83
 SG	ściana przy gruncie	0,897	52,47
 STRP PIW	stropodach pełny	1,130	53,08
 STRP SZ	stropodach nad szkołą	0,877	547,13
 STRPIW	strop nad piwnicą	1,035	81,75
 SZ	ściana zewnętrzna	1,428	574,92
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,428	53,35

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PGPARG	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
 SOSNA	0,0220	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,137
 TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020
 STYROPIANS	0,0400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,000
 BETON-ŻP12	0,8000	Beton z żużla paleniskowego - gęstość 12	0,500	1200	0,840	1,600
 BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						1,655
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,883
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,205
 PGPIW	podłoga w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 7,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m						
 BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021
 WIÓROBET10	0,0600	Wiórobeton i wiórotrocinobeton - gęstość	0,300	1000	1,460	0,200
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						2,426
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,412
 SG	ściana przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEĞLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 PAPA-ASF	0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						0,597
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						1,114
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,897

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 STRP PIW	stropodach pełny					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,533
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,885
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,130
 STRP SZ	stropodach nad szkołą					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 ŻUŻEL-WP5	0,1200	Żużel wielkopieczowy granulatu lub keramzy	0,160	500	0,750	0,750
 STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						1,141
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,877
 STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019
 BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,029
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
 ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,966
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,035
 SZ	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,428
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						1,428

Podstawowe informacje:		
Miejscowość:	Stępocice - SZKOŁA PODSTAWOWA	
Adres:	Stępocice 4 - stan po modernizacji	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kraków Balice	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	655,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2129,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	29203	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	13420	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	42623	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	42623	W
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kraków Balice	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2129,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	245,74	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	68262	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	655	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2129,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	375,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	104,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	115,4	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	32,0	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

Miesiąc	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$	$H_{tr,adj}$	$H_{ve,adj}$
	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	W/K	W/K
Styczeń	-1,3	37,96	0,00	12,45	38,56	0,860	12,73	25,96	55,68	846,69	729,87
Luty	-2,6	36,45	0,00	12,48	41,10	0,884	16,26	23,45	54,93	867,37	729,87
Marzec	3,2	29,67	0,00	12,45	29,76	0,753	28,66	25,96	30,73	818,73	729,87
Kwiecień	8,3	19,65	0,00	8,54	19,87	0,561	41,70	25,13	10,53	4161,3	633,97
Maj	13,4	11,45	0,00	5,25	11,21	0,329	54,96	25,96	1,25	938,49	633,97
Czerwiec	18,2	3,02	0,00	1,54	3,06	0,091	58,40	25,13	0,04	373,56	633,97
Lipiec	17,5	4,34	0,00	-2,34	4,25	0,074	58,38	25,96	0,02	-87,34	633,97
Sierpień	17,5	4,34	0,00	-3,70	4,25	0,066	47,87	25,96	0,02	-286,4	633,97
Wrzesień	13,8	10,41	0,00	-3,33	10,53	0,284	36,08	25,13	0,21	427,50	633,97
Październik	9,3	18,57	0,00	-1,06	18,17	0,568	24,65	25,96	6,95	1315,3	633,97
Listopad	1,9	31,03	0,00	3,53	32,30	0,804	14,71	25,13	34,82	650,17	729,87
Grudzień	-0,8	37,03	0,00	8,73	37,58	0,851	12,54	25,96	50,57	778,63	729,87
W sezonie	8,3	243,92	0,00	54,54	250,61	0,426	406,95	305,71	245,74	1657,0	-554,5

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ	drzwi zewnętrzne	1,800	4,60
 DZPIW	drzwi zewnętrzne piwnic	1,500	2,10
 DZS	drzwi zewnętrzne stare	1,500	8,96
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	205,12
 OZPIW	okna zewnętrzne	1,600	1,40
 OZPIWS	okna zewnętrzne stare	1,100	3,69
 OZS	okna zewnętrzne stare	1,100	10,50
 PGPAR	podłoga na gruncie	0,202	465,38
 PGPIW	podłoga w piwnicy	0,412	134,83
 SG	ściana przy gruncie	0,897	52,47
 STRP PIW	stropodach pełny	0,216	53,08
 STRP SZ	stropodach nad szkołą	0,177	547,13
 STRPIW	strop nad piwnicą	1,035	81,75
 SZ	ściana zewnętrzna	0,225	574,92
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,248	53,35

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PGPARG	podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
 SOSNA	0,0220	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,137
 TYNK-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020
 STYROPIANS	0,0400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,000
 BETON-ŻP12	0,8000	Beton z żużla paleniskowego - gęstość 12	0,500	1200	0,840	1,600
 BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,095
 PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						1,730
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,958
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,202
 PGPIW	podłoga w piwnicy					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SG						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 7,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 2,50 m						
 BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,021
 WIÓROBET10	0,0600	Wiórobeton i wiórotrocobeton - gęstość	0,300	1000	1,460	0,200
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 BET-CHUDY	0,0400	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,038
 GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						2,426
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,412
 SG	ściana przy gruncie					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEĞLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 PAPA-ASF	0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:						0,597
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						1,114
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,897

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 STRP PIW	stropodach pełny					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,750
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 PŁ-WIÓ-CE6	0,0800	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	2,090	0,533
 PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,011
 ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,635
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,216
 STRP SZ	stropodach nad szkołą					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 STYROPIANS	0,1800	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	4,500
 PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022
 TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030
 ŻUŻEL-WP5	0,1200	Żużel wielkopieczowy granulat lub keramzy	0,160	500	0,750	0,750
 STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						5,641
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,177
 STRPIW	strop nad piwnicą					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,019
 BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,029
 PAPA-ASF	0,0030	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,017
 STYROPIAN	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444
 ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,118
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						0,966
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						1,035
 SZ	ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYROPIANS	0,1500	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,750
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,450
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,225
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
 TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018
 STYRO0,036	0,1200	Styropian ekstrudowany	0,036	22	1,400	3,333
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:						4,033
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:						0,248

10.3. Załącznik nr 3 - Zestawienie oszczędności energii i kosztów

zakres termomodernizacji	oszczędność kosztów	energia przed termomodernizacją	energia po termomodernizacji	oszczędność	
	zł/rok	GJ/rok, kWh/rok	GJ/rok, kWh/rok	GJ/rok, kWh/rok	
wymiana kotła c.o. i c.w.u.	6 275,99	1052,75	745,41	307,35	GJ/rok
termomodernizacja	16069,44	745,41	312,19	433,22	GJ/rok
wymiana oświetlenia na led	2054,98	5382,30	2171,40	3210,90	kWh/rok
		19,38	7,82	11,56	GJ/rok
razem	24400,41	1072,13	320,01	752,12	GJ/rok
				70,15%	

Rzeczywiste zużycie energii elektrycznej w obiekcie (stan bazowy za rok 2016)					
energia elektryczna		6970,00	3759,10	3210,90	kWh/rok