

**AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU
SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 2
W DOBRYM MIEŚCIE**



OPRACOWAŁ: - mgr inż Andrzej Gregorczyk

OLSZTYN, Luty 2014r.

1.Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	Szkoła Podstawowa nr 2		1.2 Rok budowy	1963
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Dobre Miasto ul. Warszawska 14 11-040 Dobre Miasto	1.4. Adres budynku	ul. Gdańska 13 11-040 Dobre Miasto powiat Olsztyn woj. Warm. – Mazurskie	
2. Nazwa adres i numer Regon podmiotu wykonującego audyt:				
Zakład Ciepłownictwa „ECOL” 10-061 Olsztyn ul. Barczewskiego 18/17 Tel. 604339897 Regon 510480755				
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:				
Andrzej Gregorczyk 10-061 Olsztyn ul. Barczewskiego 18/17 autoryzacja audytora KAPE nr 0119 Podpis:.....				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac				
L.p	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu		
5. Miejscowość : Olsztyn, Data wykonania opracowania: luty 2014 r.				
6. Spis treści:				
Lp	Tytuł			Strona
1	Strona tytułowa audytu			1
2	Karta audytu energetycznego budynku			2
3.1	Cel i zakres opracowania			4
3.2	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			4
4	Inwentaryzacja techniczna – budowlana budynku			5
5	Ocena stanu technicznego budynku			7
6	Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.			9
7	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			9
8	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			18
9	Załączniki			19

2.Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku/	Murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9395	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2901	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2901	
7	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8	Liczba osób użytkujących budynek	456	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	C.w. z węzła + podgrzewacze elektryczne	
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralne z węzła	
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m.]	0,53	
12	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomoder	Stan po termomoder.
1	Ściany zewnętrzne	1,218	0,231
2	Dach/Stropodach	1,094	0,197
3	Strop piwnicy	1,471	1,471
4	Okna	1,7-2,6	1,3-1,7
5	Drzwi / bramy	2,5-3,0	1,7-2,5
6	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłania	0,95	0,95
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,80	0,94
4	Sprawność akumulacji	1,0	1,0
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,0	1,0
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,96	0,96
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Naturalna	Naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna, kanały	Okna, kanały
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	9631	8803
4	Liczba wymian [1/h]	1,03	0,94
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	299	174
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW]	152	91
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok,]	1744	813

4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok,]	2226	883
5	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cw[GJ/rok]	257	152
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak	Brak
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	51,5	24,0
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	65,9	26,1
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	213,1	84,5
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) – brutto			
1	Opłata za 1GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	49,99	49,99
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	13680,26	13680,26
3	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	-	-
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej do przygotowania ciepłej wody użytkowej [zł]	13680,26	13680,26
5	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej na miesiąc [zł]	-	-
6	Opłata abonamentowa [zł/m-c] (dla c.w.)	-	-
7	Opłata abonamentowa [zł/m-c] (dla c.o.)	-	-
8	Opłata za 1GJ dla c.w. [zł/GJ]	49,99	49,99
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	917536	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,2%
Planowane koszty całkowite [zł]	917536	Premia termomodernizacyjna [zł]	146806
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	102770		

3. Podstawa opracowania

3.1 Cel i zakres opracowania

Audytem energetycznym nazywamy ekspertyzę dotyczącą podejmowania i realizacji przedsięwzięć zmniejszających koszty energii cieplnej. Celem audytu jest zalecenie konkretnych rozwiązań (technicznych, organizacyjnych i formalnych) wraz z określeniem ich opłacalności.

Audyt energetyczny opracowany dla budynku Szkoły Podstawowej Nr 2 w Dobrym Mieście przy ul. Gdańskiej 13 ma na celu wybór optymalnego wariantu termomodernizacji i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów, konieczne do przyznania premii termo-modernizacyjnej.

Audyt ma rozważyć opłacalność ocieplenia przegród budynku, modernizacji instalacji grzewczej i ciepłej wody. Ponadto pozwoli on na określenie szczytowej mocy cieplnej odpowiadającej nowemu, zmniejszonemu zapotrzebowaniu energii w obiekcie.

Aby móc skorzystać z kredytu wraz z premią termomodernizacyjną, muszą być przyjęte w audycie takie działania, które pozwolą zachować poniższe, najważniejsze kryteria:

- oszczędność energii po termomodernizacji – min.25% zaś 10% dla modernizacji tylko instalacji c.o.
- gdy instalacja c.o. była modernizowana po 1984 roku – oszczędność minimum 15 %
- kwota środków własnych nie jest większa niż zadeklarowana przez inwestora
- kwota kredytu nie jest większa niż zadeklarowana przez inwestora

Zgodnie z warunkami technicznymi budynków, od 1.01.2014r wartości współczynników przenikania ciepła po modernizacji nie mogą być wyższe od:

- ściany zewnętrzne - $0,25 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$
- dach, stropodach, strop strychu - $0,20 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$
- okna - $1,3 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$

3.2 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

1.Dokumentacja projektowa:

- Projekt docieplenia wykonany równolegle z audytem
- Projekt modernizacji instalacji c.o. budynku wykonany równolegle z audytem
- Audyt energetyczny budynku z 2010r

2.Inne dokumenty:

- Faktury za dostawę ciepła za okres 12 miesięcy

3.Osoby udzielające informacji

- Dyrektor szkoły – Pani Wołk tel. 089-6161379

4.Data wizji lokalnej – 1 i 7 luty 2014r.

3.3 Wytyczne i uwagi inwestora

1/obniżenie kosztów ogrzewania budynku

2/wykorzystanie kredytu bankowego na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej

3/ Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 0 (zero) zł.

4/ Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora wynosi do 1 000 000 zł.

5/ Szczegółowe zalecenia i wytyczne inwestora

- a/ wśród możliwych działań przewidzieć modernizację instalacji c.o., wymianę zużytych okien, docieplenie ścian zewnętrznych i stropodachu.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Dane techniczne ogólne

Budynek szkoły został wybudowany w 1963r.

Wykonany został jako 3-kondygnacyjny w większości bez podpiwniczenia. Budynek szkoły składa się z dwóch brył plus sala gimnastyczna stykająca się ze szkołą.

Budynek szkoły wraz z salą gimnastyczną zasilany jest w ciepło dla potrzeb c.o. i c.w. z węzła ciepłego zasilanego z sieci ciepłej ZEC Dobre Miasto. Ciepła woda w WC-umywalni przy sali gimnastycznej uzyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych.

4.2 Uproszczona dokumentacja techniczna

Rozmieszczenie pomieszczeń przedstawiono na załączonych rzutach kondygnacji w załączniku.

4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły oraz sali gimnastycznej konstrukcji ramowej, ściany zewnętrzne z cegły pełnej ocieplone supremą. Płyty stropowe żelbetowe. Stropodach niewentylowany, z pustką powietrzną, ocieplony żużlem, pokrycie papą. Ścianki działowe w budynku wykonane z cegły pełnej i dziurawki. Stolarka okienna typowa. W ostatnich latach większość okien została wymieniona na nowe, część okien została zmniejszona i zamurowana. Część drzwi zewnętrznych została także wymieniona na nowe.

4.4 Charakterystyka energetyczna budynku

Dane wyjściowe do charakterystyki energetycznej obiektu przedstawiono w załączniku „Bilans obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło budynku SP 2 w Dobrym Mieście.

W poniższej tabeli przedstawione są parametry techniczne charakteryzujące właściwości energetyczne budynku.

Charakterystyka energetyczna budynku			
Moc cieplna zamówiona dla c.o. i c.w.	q	kW	425
Moc cieplna na ogrzewanie wg bilansu ciepła	$q_{moc\ sr}$	kW	299
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	GJ/ rok	1744
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw	Q_s	GJ/ rok	2206
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepła wodę w 2013r.		GJ/rok	2304
Szacunkowe zużycie ciepła dla c.w.(w oparciu o zużycie z okresu letniego)		GJ/rok	80
Szacunkowe zużycie ciepła na ogrzewanie	$(2304 - 80) =$	GJ/rok	2224
Szacunkowe zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone dla warunków sezonu standardowego		GJ/rok	2105

4.5 Charakterystyka systemu grzewczego

Cechy systemu ogrzewania budynku	
Typ instalacji – układ dwururowy z rozdziałem dolnym.	
Przewody w instalacji – stalowe, czarne, spawane, w części podpiwniczonej poziomo prowadzone pod sufitem piwnic na wierzchu, w części nie podpiwniczonej kanałami przechodnimi, w sali gimnastycznej na wierzchu po podłodze. Piony c.o. z zaworami grzybkowymi, instalacja odpowietrzająca zbiorcza prowadzona na wierzchu. W sali gimnastycznej instalacja nowa prowadzona wierzchem z indywidualnymi automatycznymi odpowietrzeniami.	
Temperatury obliczeniowe instalacji c.o.– 80/60°C	
Rodzaj grzejników – żeliwne; w sali gimnastycznej płytowe	
Zawory termostaticzne – w budynku szkoły brak, w sali gimnastycznej – 100%	
Liczba dni ogrzewania w tygodniu oraz liczba godzin ogrzewania na dobę – 7/20	
Po roku 1985 wykonano modernizację instalacji c.o.- likwidacja kotłowni węglowej	

4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody

Cechy instalacji ciepłej wody użytkowej	
Rodzaj instalacji	Ciepła woda jest zasilana z 2 źródeł ciepła. W umywalni sali gimnastycznej zainstalowane są 2 szt. podgrzewaczy elektrycznych o pojemności 100 l każdy używane sporadycznie tylko do mycia rąk. Zaś do umywalek w ubikacjach szkoły i do kuchni c.w. jest dostarczana z węzła ciepłego.

4.7 Charakterystyka systemu wentylacji

Cechy systemu wentylacji	
Rodzaj i typ wentylacji	Wentylacja grawitacyjna z kanałami wentylacyjnymi. Nawiew powietrza poprzez nieszczelne okna i wietrzenie pomieszczeń.
Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	9631

W godzinach pracy szkoły utrzymywana jest normatywna wymiana powietrza wynikająca z nieszczelności okien, intensywnego, okresowego, wietrzenia pomieszczeń. W okresach, gdy nikogo nie ma w pomieszczeniach, w niektórych pomieszczeniach wentylacja nadmierna wynikająca z nieszczelności starych okien.

4.8 Charakterystyka węzła ciepłego

Cechy węzła ciepłego	
Typ węzła	Wymiennikowy c.o. i c.w.
Właściciel węzła	ZEC Dobre Miasto
Automatyka pogodowa c.o.	Jest
Automatyka ciepłej wody	Jest
Pompy obiegowe c.o. i c.w.	Leszno typu PJM
Licznik ciepła	LEC –główny
Ocena stanu technicznego	Węzeł nowoczesny, o wysokiej sprawności

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

5.1 Ocena stanu technicznego izolacyjności termicznej budynku oraz wentylacji

Ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych - ściany zewnętrzne oraz stropodach posiadają niedostateczny współczynnik przenikania ciepła. Budynek posiada typową stolarkę okienną, w większości nową PCV. Stare, nieszczelne okna występują w kilku pomieszczeniach, głównie w korytarzach szkolnych i jadalni. Najczęściej są to jednocześnie okna o nadmiernej powierzchni. Drzwi zewnętrzne do kuchni oraz drzwi ewakuacyjne przy sali gimnastycznej również stare i nieszczelne.

Zestawienie oceny stanu istniejącego i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela.

Lp	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Niektóre przegrody mają niezadowalający współczynnik U, co powoduje nadmierne straty - ściany zewnętrzne - stropodach szkoły	Możliwe jest docieplenie przegród. Pożądane wartości oporu cieplnego nie mniejsze niż: - ściany zewnętrzne 4,0 - stropodach 5,0
2	<u>Większość okien i drzwi</u> – nowe, część starych nie szczelnych o współczynniku U = 2,6. Część okien o nadmiernej powierzchni	Możliwa jest wymiana starych okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 1,3. oraz zabudowa części okien o nadmiernej powierzchni
3	<u>Wentylacja</u> – nieszczelności okien oraz intensywne, okresowe wietrzenie zapewniają wymaganą wymianę powietrza w okresach użytkowania pomieszczeń lecz powodują nadmierne przewietrzanie poza godzinami użytkowania.	Stare okna i drzwi wymienić na nowe o współczynniku U nie większym niż 1,7.

5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania

a/ ocena

Instalacja c.o. zasilana jest w ciepło z węzła cieplnego usytuowanego w piwnicy budynku.

Poza budynkiem sali gimnastycznej rury c.o. i grzejniki eksploatowane są od chwili wybudowania budynku.

Z rozdzielaczy pompowych w węźle wyprowadzone są dwie odnogi prowadzone pod stropem w piwnicy i byłej kotłowni.

Pierwsza odnoga doprowadzona jest do kolektorów c.o. znajdujących się w byłej kotłowni i zasila w ciepło bryły: podpiwniczoną i nie podpiwniczoną. Odnoga ta od węzła cieplnego do hali kotłów jest nowa. Kolektory c.o. wraz z niesprawnymi zaworami i przylegającymi odcinkami rur skorodowane, kwalifikują się do wymiany.

Poziomy od kolektorów do bryły nie podpiwniczonej wchodzi do kanałów przechodnich. Piony w tych bryłach prowadzone w kanałach. Przewody w instalacji – stalowe, czarne, spawane, kwalifikują się do dalszej eksploatacji.

Rozdział czynnika grzewczego w instalacji c.o. wykonany jako dolny.

Instalacja c.o. jest wyposażona w grzejniki żeliwne, płytowe występują jedynie w sali gimnastycznej. W całym budynku oprócz sali gimnastycznej przy grzejnikach brak jest zaworów termostatycznych. Odpowietrzanie instalacji poprzez centralny system rur odpowietrzających doprowadzone do zbiornika odpowietrzającego umieszczonego pod stropem ostatniej kondygnacji budynku w łazience. Instalacja nie posiada zaworów regulacyjnych ani na pionach ani przy rozdzielaczach. Instalacja nie była płukana chemicznie. Instalacja ogrzewania

charakteryzuje się obecnie niską sprawnością. Instalacja w całości kwalifikuje się do dalszej eksploatacji pod warunkiem wykonania prac modernizacyjnych.

Sala gimnastyczna zasilana jest osobną odnogą.

Odnoga ta prowadzona jest od kolektora pompowego w węźle cieplnym przez piwnicę, pomieszczenia kotłowni i kanał przechodni do budynku sali gimnastycznej i dalej wierzchem po podłodze. Odnoga ta po za odcinkiem kanału przechodniego jest niedawno wykonana. Odcinek w kanale przechodnim jest pozostałością po wcześniejszej parowej instalacji c.o. silnie skorodowanej i nie zaizolowanej.

b/ możliwości i sposób poprawy

Celem zmniejszenia zużycia energii cieplnej, poprawienia stanu ogrzewania należy przewidzieć poniższe działania:

1. Montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych wraz z regulacją
2. Montaż zaworów grzejnikowych odcinających
3. Likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej i zastosowanie automatycznych zaworów odpowietrzających na końcówkach pionów
4. Zrównoważenie hydrauliczne instalacji poprzez stosowanie w niezbędnym zakresie zaworów regulacyjnych na pionach lub rozdzielaczu.
5. Wymiana kolektorów c.o. wraz z zaworami i odcinkami rur łączącymi kolektory z poziomami c.o
6. Wymiana odcinka odnogi do sali gimnastycznej w kanale przechodnim.
7. Chemiczne czyszczenie instalacji c.o.
8. Występujące grzejniki żeberkowe z blachy stalowej i rurowe zastąpić nowymi.

5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.

a/ ocena

Ciepła woda jest zasilana z 2 źródeł ciepła.

W umywalni sali gimnastycznej zainstalowane są 2 szt. podgrzewacze elektrycznych o pojemności 100 l. Ciepła woda jest używana tam sporadycznie tylko do mycia rąk. Istniejące natryski nie są używane, rodzaj zajęć lekcyjnych i pozalekcyjnych w sali gimnastycznej nie wymaga używania natrysku. Średnie godzinowe zużycie c.w. ocenia się w wys. 5 os * 7 litrów = 35 l/h. Stan techniczny podgrzewaczy dobry.

Drugim źródłem ciepła dla c.w. jest węzeł cieplny usytuowany na szczycie budynku pod pomieszczeniami kuchni. Z węzła ciepła woda jest dostarczana do umywalek w ubikacjach szkoły i do kuchni.

W kuchni zmywanie naczyń realizowane jest w zmywarce elektrycznej, c.w. z węzła jest tam sporadycznie używana do umywalki i zlewozmywaka. W ubikacjach szkolnych uzyskanie ciepłej wody wymaga długiego oczekiwania z powodu braku cyrkulacji c.w. na większości poziomów c.w. Rurociągi ciepłej wody użytkowej ogólnie są w dobrym stanie technicznym. Niektóre odcinki wykonane z rur czarnych należy wymienić. Armatura w dużym stopniu niesprawna do wymiany. Instalacja c.w. nie posiada termostatycznych zaworów na pionach.

b/ możliwości i sposób poprawy

Instalacja c.w. w umywalni sali gimnastycznej posiada system optymalny, brak jest tutaj potrzeb modernizacyjnych.

W instalacji c.w. zasilanej z węzła cieplnego możliwe są poniższe usprawnienia:

1. Montaż poziomych odcinków instalacji cyrkulacyjnej c.w. wraz z izolacją do skrajnych pionów c.w.
2. Montaż termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych c.w. na pionach c.w.
3. Wymiana armatury na poziomach i pionach c.w.

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

Podstawowa analiza wskazuje, że dla zmniejszenia zużycia energii cieplnej i jej kosztów w rozpatrywanym obiekcie celowe jest rozważyć następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne:

Lp	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	1.Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły 2.Ocieplenie stropodachu szkoły 2.Wymiana starych okien 3.Zmniejszenie pow. niektórych starych okien
2	Zmniejszenie strat ciepła na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien i zmniejszenie powierzchni niektórych
3	Zmniejszenie zużycia ciepła instalacji c.w.	Kompleksowa modernizacja obejmująca montaż poziomych odcinków instalacji cyrkulacyjnej c.w., montaż termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych c.w. na pionach c.w. wymianę armatury na poziomach i pionach c.w.
4	Zmniejszenie zużycia ciepła instalacji c.o. i podwyższenie jej sprawności	Kompleksowa modernizacja obejmująca montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych i powrotnych, automatycznych odpowietrzników, zaworów regulacyjnych, wymianę kolektorów c.o. wraz z zaworami i odcinkami rur łączącymi kolektory z poziomami c.o. oraz wymiana odcinka odnogi do sali gimnastycznej w kanale przechodnim, wymiana 4 szt. grzejników, chemiczne czyszczenie instalacji c.o.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

I.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	1.Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły 2.Wymiana starych okien 3.Zmniejszenie pow. niektórych starych okien 4.Ocieplenie stropodachu szkoły
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na c.w.u.	Modernizacja obejmująca montaż cyrkulacji c.w

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- Ocena opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	
t_{w0}	+ 20	Bez zmian	$^{\circ}\text{C}$
t_{z0}	- 20	Bez zmian	$^{\circ}\text{C}$
Sd - dla przegród zewnętrznych	4 142	Bez zmian	<i>Dzień·K·a</i>
Ilość dni okresu grzewczego	232 dni	232 dni	
Średnia ważona temp. zewn. okresu grzewczego	+ 2,15 $^{\circ}\text{C}$	+ 2,15 $^{\circ}\text{C}$	

Oplaty za c.o. i c.w. przed i po modernizacji Oplaty wg taryfy ZEC Dobre Miasto

Oplaty w stanie istniejącym oraz po modernizacji nie ulegają zmianie

A/ Oplata zmienna brutto

- oplata za ciepło 30,01 zł/GJ
- oplata zmienna za przesył 10,63 zł/GJ
- razem oplata zmienna 40,64 zł/GJ * 1,23 = **49,99 zł/ GJ**

B/ Oplata stała

- oplata za moc zamówioną 8738,00 zł/MW/m-c
- oplata stała za przesył 2384,16 zł/MW/m-c
- razem oplata stała 11122,16 zł/MW/m-c * 1,23 = **13680,26 zł/MW/m-c**

C/ Oplata abonamentowa – nie występuje

Oplaty za c.w. wg taryfy C11 Energia Obrót brutto – umywalnia przy sali gimnastycznej

Oplaty w stanie istniejącym oraz po modernizacji nie ulegają zmianie

Oplata zmienna

- oplata za energię – 0,2824 zł/ kWh, oplata jakościowa 0,0065 zł/ kWh, oplata sieciowa zmienna 0,2077 zł/ kWh,

Razem oplata zmienna - 0,4966 zł/ kWh * 1,23 * 277,78 = **169,67 zł/GJ**

Oplata stała

- oplata przejściowa – 0,29 zł/m-c
- oplata sieciowa stała – 3,20 zł/m-c

Oplaty stałe mają charakter opłat abonamentowych i doliczone zostały poniżej

Oplata abonamentowa – abonamentowa 0,80 zł/miesiąc,

Razem oplata abonamentowa - 4,29 zł/m-c * 1,23 = 5,28 zł/m-c

Oplata abonamentowa dotyczy energii elektrycznej w całym budynku, więc jest tu pominięta

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne SZ 42		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 1728 m²		
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany "15" o współczynniku przewodności λ=0,040 W/m °K. Średnia ważona temp. wewn (20 °C x 4610 m³+16 °C x 4785 m³) / 9395 m³ = 18,0 °C ilość stopniodni: (18,0 °C – 2,15 °C) x 232 dni = 3677, tzo= – 22 °C Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R≥4,0(m² °K)/W wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	M		0,14	0,16	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m²*K)/ W		3,50	4,00	
3	Opór cieplny R	(m²*K)/ W	0,821	4,321	4,821	
4	Uo, Ui	W/m²*K	1,218	0,231	0,207	
5	Qo, Qi = 8,64*10⁻⁵*Sd*A/R	GJ/a	668,7	127,0	113,9	
6	Qo, qi = 10⁻⁶*A(two-tzo)/R	MW	0,0842	0,0160	0,0143	
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =Qo O _{z1} -Qi O _{z2} +12(qo O _{m1} -qi O _{m2} + A _I -A ₂)	zł/a		38 276	39 209	
8	Koszt realizacji usprawnienia NU	Zł		635891	710 000	
9	SPBT=NU/ΔO _{ru}	Lata		16,6	18,1	
Podstawa przyjętych wartości NU Przyjęto koszt ocieplenia wg kosztorysu inwestorskiego Koszt (A _{koszt}) usprawnienia obejmuje powierzchnię ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi oraz z doliczeniem pasa gzymsu do poziomu terenu oraz pasa ściany stropodachu do wysokości istniejącego okapu. Koszt robót obejmuje także prace towarzyszące – parapety, instalacja odgromowa , rynny.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 635891 zł		SPBT= 16,6 lat		

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Stropodach	
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 1345 m ²	
Opis wariantów usprawnienia:					
Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wdmuchiwanego granulatu z wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=0,060 W/m °K . Pod stropodachem występują 2 strefy temperaturowe tw = 20C i tw = 16C. Średnia ważona temp. wewn (20 °C x 1718 m ³ +16 °C x 2161 m ³) / 3879 m ³ = 17,8 °C ilość stopniodni: (17,8 °C – 2,15 °C) x 232 dni = 3631, t _{z0} = – 22 °C Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R=5,0(m ² °K)/W wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1					
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	M		0,25	0,30
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² *K)/W		4,167	5,0
3	Opór cieplny R	(m ² *K)/W	0,914	5,081	5,914
4	U ₀ , U ₁	W/m ² *K	1,094	0,197	0,169
5	Q ₀ , Q ₁ = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	461,7	83,0	71,3
6	q ₀ , q ₁ = 10 ⁻⁶ *A(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0586	0,0105	0,0091
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} =Q ₀ O _{Z1} -Q ₁ O _{Z2} +12(q ₀ O _{m1} -q ₁ O _{m2} + A ₁ -A ₂)	Zł/a		26 827	27 642
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	Zł		50399	58 000
9	SPBT=N _U /ΔO _{ru}	lata		1,9	2,1
Podstawa przyjętych wartości N _U Przyjęto koszt ocieplenia wg kosztorysu inwestorskiego Koszt (A _{koszt}) usprawnienia obejmuje powierzchnię wewnętrzną stropodachu.					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 50399 zł		SPBT= 1,9 lat	

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przegroda		
				Okna i drzwi		
Drzwi zewn. do wymiany ogółem $A = 8,4 \text{ m}^2$ $U_s = 3,0$ Okna do wymiany ogółem $A = 171,8 \text{ m}^2$ $U_s = 2,6$ w tym: a/ powierzchnia okien do zamurowania $A = 74,2 \text{ m}^2$ b/ powierzchnia nowych okien $A = 97,6 \text{ m}^2$ Średnioważony U dla istn. okien i drzwi $U = 2,62$ $A = 180,2 \text{ m}^2$				$V_{nom} = 4369 \text{ m}^3 / \text{h}$ (dla pom. z oknami do wymiany) $C_w = 1$		
Opis wariantów usprawnienia: Usprawnienie obejmuje wymianę okien w jadalni, w 2 pokojach obok jadalni, korytarzach nad jadalnią na I p i II p, w bibliotece, okna na klatce przy sali gimn. i nad przedsionkiem sali gimn. Ponadto wymiana drzwi zewn. kuchni i drzwi wejścia ewakuac. przy sali gimn. W bibliotece i w 2 pokojach obok jadalni okna po wymianie bez zmian wymiarów, pozostałe wymieniane okna zmniejszone i częściowo zamurowane płytami nowej ściany gr. 40 cm z bloczków z betonu komórkowego z dociepleniem 14cm styropianem o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^\circ\text{K}$. Dla nowych odcinków ścian $U = 0,189 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, $R = 5,294 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ Średnia ważona temp. wewn ($20^\circ\text{C} \times 667 \text{ m}^3 + 16^\circ\text{C} \times 3748 \text{ m}^3$) / $4415 \text{ m}^3 = 16,6^\circ\text{C}$ ilość stopniocdni: $(16,6^\circ\text{C} - 2,15^\circ\text{C}) \times 232 \text{ dni} = 3352$, wariant 1 - okna i drzwi z PCV, $a = 0,8$, $U_{okien} = 1,3$, $U_{drzwi} = 1,7$ $U_{zamur. Okien} = 0,189$, $U_{\text{średnioważony}} = 0,861$ wariant 2 - okna i drzwi z PCV, $a = 0,8$, $U_{okien} = 1,1$, $U_{drzwi} = 1,7$ $U_{zamur. Okien} = 0,189$, $U_{\text{średnioważony}} = 0,753$						
Lp	Opis		Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Współczynnik przenikania U_0, U_1		$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	2,62	0,861	0,753
2	V_{nom}		m^3 / h	4369	3541	3541
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,00	1,00
		C_m	-	1,2	1,00	1,00
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$		GJ/a	136,7	44,9	39,3
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_D$		GJ/a	473,6	349,0	349,0
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/a	610,3	393,9	388,3
7	$10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0182	0,0060	0,0052
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0688	0,0465	0,0465
9	$q_0, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,0870	0,0525	0,0517
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = Q_0 - Q_1 - Q_{z2} + 12(q_0 - q_1 - q_{m2} + A_1 - A_2)$		zł/a	-	16 481	27 373
11	Koszt ogółem		Zł	-	113000	129123
12	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$		Lata	-	6,9	4,7
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien i drzwi wg kosztorysu inwestorskiego						
Wybrany wariant: 2			Koszt: 129 123 zł		SPBT= 4,7 lat	

7.2.2 Ocena i wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Zgodnie z załącznikiem nr 1 poniżej przedstawione są wielkości zużycia ciepła c.w. oraz mocy c.w. dla stanu przed i po modernizacji. Do obliczeń kosztu przygotowania c.w. przyjęto ceny przedstawione na str. 10

Opis: Usprawnienie systemu zaopatrzenia w c.w.u. proponuje się poprzez uzupełnienie izolacji na istn. rurach c.w., montaż rur cyrkulacji w piwnicach wraz z montażem zaworów termostatycznych i zaworów odcinających.

Koszty modernizacji c.w. wg kosztorysu inwestorskiego

- Montaż instalacji cyrkulacyjnej c.w. wraz z izolacją . mb.-36 ł
- Montaż termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych c.w. - szt.2
- Montaż izolacji na poziomach c.w. i cyrkulacji - 73 mb.
- Wymiana zaworów odcinających na kulowe

Razem - 6851 zł

Lp		Jedn	Stan Istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u.	GJ/a	257	155
2	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,152	0,091
3	Koszt przygotowania c.w.u.	zł/a	38251	23138
4	Oszczędność ΔO_{rcw}	zł/a		15113
5	Koszt modernizacji N_{cw}	Zł		6851
6	SPBT	Lata		0,5
Koszt: 6225 zł SPBT = 0,5 lat				

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termo modernizacyjnego	Planowane Koszty robót, zł	SPBT Lat
1.	Modernizacja instalacji c.w.	6851	0,5
2.	Ocieplenie stropodachu	50399	1,9
3.	Wymiana okien i drzwi	129123	4,7
4.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	635891	16,6
	Razem	822264	---

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

Kompleksowa modernizacja obejmująca montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych i powrotnych, automatycznych odpowietrzników, zaworów regulacyjnych, wymianę kolektorów c.o. wraz z zaworami i odcinkami rur łączącymi kolektory z poziomami c.o. oraz wymiana odcinka odnogi do sali gimnastycznej w kanale przechodnim, wymiana 4 szt. grzejników, chemiczne czyszczenie instalacji c.o.

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

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości sprawności przed i po modernizacji		
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g =$	0,99	0,99
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,95	0,95
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e =$	0,80	0,94
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,0	1,0
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta =$	0,752	0,884
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,0	1,0
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,96	0,96

Ocena proponowanego przedsięwzięcia dot. instalacji c.o.

l.p.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzew.	-	0,752	0,884
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych	-	1,0	1,0
3	Uwzględnienie przerw dobowych		0,96	0,96
4	Oszczędność kosztów ΔO_{rco}	zł/a		18182 zł
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	Zł		82272 zł
6	SPBT	Lata		4,5

Przyjęto koszty modernizacji c.o. wg kosztorysu inwestorskiego :

- Montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych wraz z regulacją szt.115 .
- Montaż zaworów grzejnikowych odcinających szt.115.
- Likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej i zastosowanie automatycznych zaworów odpowietrzających na końcówkach pionów szt. 23
- Wymiana kolektorów c.o. wraz z zaworami odcinającymi- 8szt, nadmiarowo-upustowymi – 3 szt. i odcinkami rur łączących kolektory z poziomami c.o oraz manometry i termometry 1 kpl.
- Wymiana rur Dn 40 do sali gimnastycznej w kanale przechodnim wraz z izolacją około 63 mb.
- Chemiczne czyszczenie instalacji c.o.
- Wymiana 4szt. grzejników żeberkowych z blachy stalowej i rurowych

RAZEM: 82272 zł

7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rozpatruje się następujące warianty:

	1	2	3	4	5
Modernizacja instalacji c.w.	X	X	X	X	
Ocieplenie stropodachu	X	X	X		
Wymiana i zamurowanie okien	X	X			
Ocieplenie ścian	X				
Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X

$Q_0 = W_{t0} \cdot W_{d0} \cdot Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$ $q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$ $O_{or} = Q_0 \cdot O_{z0} + q_0 \cdot O_{m0} \cdot 12 + A_0 \cdot 12$ $\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1}$	$Q_{1r} = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$ $q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$ $O_{1r} = Q_1 \cdot O_{z1} + q_1 \cdot O_{m1} \cdot 12 + A_1 \cdot 12$
--	--

Nr waria nt.	Q_{0CO} q_{1CO} MW	Q_{0CO} Q_{1CO} GJ	η_0, W_{t0} W_{d0} η_1, W_{d1} W_{t1}	Q_{0CW} q_{1CW} MW	Q_{0CW} Q_{1CW} GJ	Q_0 q_1 MW	Q_0 Q_1 GJ	O_{or} O_{1r} Zł	ΔO_r Zł	N Zł
Stan Istn.	0,299	1744	0,752 1,0 0,96	0,152	257					
1	0,174	813	0,884 1,0 0,96	0,091	155	0,451	2483	198614		-
2	0,243	1312	0,884 1,0 0,96	0,091	155	0,265	1038	95844	102770	917536
3	0,252	1379	0,884 1,0 0,96	0,091	155	0,334	1580	134265	64349	278045
4	0,299	1744	0,884 1,0 0,96	0,091	155	0,343	1653	139392	59222	148922
5	0,299	1744	0,884 1,0 0,96	0,091	155	0,39	2049	166904	33295	98523
				0,152	257	0,451	2151	182017	18182	91672

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

N - planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego w wys. 5200 zł oraz kosztów projektów – PT c.o. 4200zł, PT docieplenia 3600zł.

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł]			[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Wariant 1	917536	102770	58,2	0 zł -0% 917536-100%	183507	146806	205540
2	Wariant 2	278045	64349	36,4	0 zł -0% 278045-100%	55609	44487	128698
3	Wariant 3	148922	59222	33,4	0 zł -0% 148922-100%	29784	23828	118444
4	Wariant 4	98523	33295	17,5	0 zł -0% 98523-100%	19705	15764	66590
5	Wariant 5	91672	18182	13,4	0 zł -0% 91672-100%	18334	14668	36364

Opis wariantów:

Wariant 1 – docieplenie ścian zewnętrznych, wymiana i zamurowanie części okien i drzwi, docieplenie stropodachu, modernizacja c.w., modernizacja c.o.

Wariant 2 – wymiana i zamurowanie części okien i drzwi, docieplenie stropodachu, modernizacja c.w., modernizacja c.o.

Wariant 3 – docieplenie stropodachu, modernizacja c.w., modernizacja c.o.

Wariant 4 – modernizacja c.w., modernizacja c.o.

Wariant 5 – modernizacja c.o.

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr 1.

Wariant nr 1 jest jednocześnie najszerszym wariantem spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz jest to wariant przedsięwzięć spełniających oczekiwania inwestora.

Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 58,2 %, czyli powyżej 25 %

Optymalna wartość kredytu wynosząca 100% nakładów wynika z wielkości kwoty udziału własnego zadeklarowanego przez inwestora.

Przysługująca inwestorowi premia termomodernizacyjna wynosi 146806 zł i jest obliczona w tym audycie z kryterium 16% nakładów .

Premia obliczona wg tego kryterium uzyskuje najniższą kwotę w porównaniu do dwukrotnej oszczędności rocznej kosztów energii i do 20% kredytu.

Kredyt wynosić będzie 917536 zł (100% nakładów) i jest niższy od deklarowanej przez inwestora maksymalnej kwoty kredytu 1 000 000zł.

Udział własny wynosić będzie 0 (zero) zł i jest zgodny z kwotą deklarowaną przez inwestora.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Docieplenie ścian zewnętrznych

Przewiduje się docieplić ściany zewnętrzne budynku szkoły i sali gimnastycznej 14 cm warstwą styropianu o współczynniku przewodności $\lambda=0,040 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ - od połaci dachowej do poziomego terenu. Docieplenie obejmuje także prace towarzyszące – parapety, instalacja odgromowa, rynny.

Koszt docieplenia 635891 zł

2. Docieplenie stropodachu

Przewiduje się docieplić stropodach niewentylowany budynku szkoły i sali gimnastycznej granulem z wełny mineralnej o grubości 25 cm metodą wdmuchiwania.

Koszt robót = 50399 zł

3. Wymiana starych okien i drzwi z częściowym zmniejszeniem powierzchni okien

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących starych okien i drzwi na szczelne, o współczynniku $U = 1,1$. Usprawnienie obejmuje okna i drzwi oznaczone na rysunkach tj. wymianę okien w jadalni, w 2 pokojach obok jadalni, korytarzach nad jadalnią na Ip i IIp, w bibliotece, okna na klatce przy sali gimn. i nad przedsionkiem sali gimn. Ponadto wymiana drzwi zewn. kuchni i drzwi wejścia ewakuac. przy sali gimn. W bibliotece i w 2 pokojach obok jadalni okna po wymianie bez zmian wymiarów, pozostałe wymieniane okna zmniejszone i częściowo zamurowane płatami nowej ściany gr. 40 cm z bloczków z betonu komórkowego z dociepleniem 14cm styropianem o współczynniku przewodności $\lambda=0,040 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.

Drzwi zewn. do wymiany ogółem $A = 8,4 \text{ m}^2$

Okna do wymiany ogółem $A = 171,8 \text{ m}^2$ w tym:

a/ powierzchnia okien do zamurowania $A = 74,2 \text{ m}^2$

b/ powierzchnia nowych okien $A = 97,6 \text{ m}^2$

Koszt robót = 129123 zł

4. Modernizacja instalacji c.w.

W instalacji c.w. zasilanej z węzła ciepłego przewiduje się usprawnienia:

- Montaż poziomych odcinków instalacji cyrkulacyjnej c.w. do skrajnych pionów c.w. mb.36
- Montaż termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych c.w. na pionach c.w. szt 2
- Montaż izolacji na poziomach c.w. i cyrkulacji - 73 mb.
- Wymiana zaworów odcinających na kulowe na poziomach c.w. i cyrkulacji

Koszt robót = 6851 zł

5. Modernizacja instalacji c.o.

Wykonać modernizację obejmującą

- Montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych wraz z regulacją szt.115 .
- Montaż zaworów grzejnikowych odcinających szt.115
- Likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej i zastosowanie automatycznych zaworów odpowietrzających na końcówkach pionów szt. 23
- Wymiana kolektorów c.o. wraz z zaworami odcinającymi- 8szt,nadmiarowo-upustowymi – 3 szt. i odcinkami rur łączących kolektory z poziomami c.o oraz manometry i termometry
- Wymiana 63mb odnogi Dn 40 do sali gimnastycznej w kanale przechodnim wraz z izolacją.
- Chemiczne czyszczenie instalacji c.o.
- Wymiana 4szt. grzejników żeberkowych z blachy stalowej i rurowych

Koszt robót = 82272 zł

6. Koszty dokumentacji: 5200,00 zł audyt, 4200,00 zł PT c.o. PT docieplenia 3600,00 zł

Ogółem nakłady wynoszą 917536 zł

8.2 Dalsze działania inwestora

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
2. Zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

8.3 Charakterystyka finansowa zadania

Parametr	Wartość	
Oszczędność ciepła %	58,2 %	Czyli powyżej 25%
Roczna wartość oszczędności ciepła zł	102770	
Nakłady zł	917536	
Udział własny zł	0	
Kredyt zgodny z ustawą zł	917536	(100% nakładów)
Premia termomodernizacyjna zł	146806	(16% kosztów)

ZAŁĄCZNIKI

1. Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowania ciepła na cele ciepłej wody użytkowej
2. Określenie sprawności instalacji c.o. oraz przerw w ogrzewaniu
3. Warunki sezonu grzewczego 2013r. przeliczone na warunki sezonu standardowego
4. Dokumentacja fotograficzna budynku
5. Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego
6. Bilans obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło budynku
7. Rzuty kondygnacji budynku

Załącznik nr 1

Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowania ciepła na cele ciepłej wody użytkowej dla budynku Szkoły Podstawowej nr 2 ul. Gdańska 13 w Dobrym Mieście

Ciepła woda używana jest 7 godz/dobę, tylko w dni robocze i bez wakacji tj. 20 dni w miesiącu i 200 dni w roku.

A) Umywalnia przy Sali gimnastycznej

W umywalni sali gimnastycznej zainstalowane są 2 szt. podgrzewacze elektrycznych, ciepła woda jest używana tam sporadycznie tylko do mycia rąk. Średnie godzinowe zużycie c.w. oceniamy się w wys. 5 os * 7 litrów = 35 l/h.

Maksymalne godzinowe zużycie c.w. przyjęto $V_{hmax} = 3 * 0,035 \text{ m}^3/\text{h} = 0,105 \text{ m}^3/\text{h}$

a) średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.

35 litrów * 7 godz. = 245 l/dobę.

b) zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m³ wody – stan istniejący i po modernizacji

$Q_{cwj} = c_w * \rho * (t_c - t_z) / \mu_k * \mu_p \quad (\text{GJ}/\text{m}^3)$

- sprawność przesyłania $\mu_p = 0,8$ – jeden podgrzewacz zasila kilka punktów poboru

- sprawność wytwarzania $\mu_k = 0,97$ – podgrzewacz elektryczny

$Q_{cwj} = 4,186 * (50 - 10) / 10^3 * 0,97 * 0,8 = 0,216 \text{ (GJ}/\text{m}^3)$

c) roczne zużycie ciepła - stan istniejący i po modernizacji

$Q_{cw} = Q_{cwj} * q_{dśr} * \text{drok} * k_t \quad (\text{GJ})$

drok = 200 dni, $k_t = 1,12$

$Q_{cw} = 0,216 * 0,245 * 200 * 1,12 = 12 \text{ GJ}$

d) maksymalne zapotrzebowanie mocy cieplnej na ciepłą wodę – stan przed i po modernizacji

$\Phi = V_{hmax} * Q_{cwj} * k_t * 278$

$\Phi = 0,105 * 0,216 * 1,0 * 278 = 6 \text{ kW}$

B) Ciepła woda dostarczana z węzła cieplnego

Z węzła ciepła woda jest dostarczana do umywalek w ubikacjach szkoły i do kuchni. Zużycie ciepła dla c.w. jest bardzo niewielkie i wynosi średnio 8 GJ/mies.

W kuchni zmywanie naczyń realizowane jest w zmywarce elektrycznej, c.w. z węzła jest tam sporadycznie używana do umywalki i zlewozmywaka. W ubikacjach szkolnych uzyskanie ciepłej wody wymaga długiego oczekiwania z powodu braku cyrkulacji c.w. na większości poziomów c.w.

Niniejsze obliczenia wykonano dla sytuacji, gdyby zużycie c.w. odbywało się dla instalacji posiadającej prawidłową cyrkulację i wszyscy korzystali z c.w. normalnie oraz druga sytuacja że cyrkulacja jest niesprawna i wszyscy dłużej spuszczaają ciepłą wodę.

Ilości użytkowników – 411 uczniów i 45 pracowników, razem 456 osób.

a) średnie godzinowe i dobowe zapotrzebowanie na c.w.

Jednostkowa ilość ciepłej wody zużywanej przez uczniów i pracowników :

- przy umywalce - 7 l/osobę

Po modernizacji

Średnia ilość osób korzystających z ciepłej wody i zużycie c.w. przy sprawnej cyrkulacji:

- 60 osób korzysta z umywarek po 7 l/osobę = 420 litrów/ godz = 2,94 m³/ dobę = 588,0 m³/rok

Maksymalne godzinowe zużycie c.w. przyjęto $V_{hmax} = 3 * 0,420 \text{ m}^3/\text{h} = 1,26 \text{ m}^3/\text{h}$

Przed modernizacją

Jednostkowe zużycie c.w. wzrasta z 7 l/osobę do 9 l/osobę

- 60 osób korzysta z umywarek po 9 l/osobę = 540 litrów/ godz = 3,78 m³/ dobę = 756,0 m³/rok

Maksymalne godzinowe zużycie c.w. przyjęto $V_{hmax} = 3 * 0,540 \text{ m}^3/\text{h} = 1,62 \text{ m}^3/\text{h}$

b) zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m³ wody

$$Q_{cwj} = c_w * \rho * (t_c - t_z) / \mu_{wg} * \mu_{wd} * \mu_{ws} * \mu_{we} \quad (\text{GJ}/\text{m}^3)$$

Zgodnie z rozporządzeniem dot. świadectw :

- sprawność wężła $\mu_{wg} = 0,97$ tabl.12 poz.16 $\mu_{wg} = (0,94-0,97)$
- sprawność przesyłania $\mu_{wd} = 0,6$ tabl.13.1 poz.4 przed modernizacją
- sprawność przesyłania $\mu_{wd} = 0,8$ tabl.13.1 poz.4 po modernizacji
- sprawność akumulacji $\mu_{ws} = 1,0$ tabl. 13.2 poz.3 $\mu_{ws} = (0,60-0,74)$
- sprawność wykorzystania $\mu_{we} = 1,0$ wzór 1.28

$$\text{Przed modernizacją } Q_{cwj} = 4,186 * (55 - 10) / 10^3 * 0,97 * 0,6 * 1,0 * 1,0 = 0,324 \text{ (GJ}/\text{m}^3)$$

$$\text{Po modernizacji } Q_{cwj} = 4,186 * (55 - 10) / 10^3 * 0,97 * 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,243 \text{ (GJ}/\text{m}^3)$$

c) roczne zużycie ciepła

$$Q_{cw} = 0,324 \text{ GJ}/\text{m}^3 * 756 \text{ m}^3 = \mathbf{245 \text{ GJ}}$$
 przed modernizacją

$$Q_{cw} = 0,243 \text{ GJ}/\text{m}^3 * 588 \text{ m}^3 = \mathbf{143 \text{ GJ}}$$
 po modernizacją

e) maksymalne zapotrzebowanie mocy cieplnej na ciepłą wodę

$$\Phi = V_{hmax} * Q_{cwj} * k_t * 278$$

$$\Phi = 0,324 * 1,62 * 1,0 * 278 = \mathbf{146 \text{ kW}}$$
 przed modernizacją

$$\Phi = 0,243 * 1,26 * 1,0 * 278 = \mathbf{85 \text{ kW}}$$
 po modernizacji

C) Sumaryczne wartości dla ciepłej wody

a) roczne zużycie ciepła - stan istniejący

$$\mathbf{12 \text{ GJ} + 245 \text{ GJ} = 257 \text{ GJ}}$$

b) roczne zużycie ciepła - stan po modernizacji

$$\mathbf{12 \text{ GJ} + 143 \text{ GJ} = 155 \text{ GJ}}$$

c) zapotrzebowanie mocy cieplnej – stan istniejący

$$\mathbf{6 \text{ kW} + 146 \text{ kW} = 152 \text{ kW}}$$

d) zapotrzebowanie mocy cieplnej – stan po modernizacji

$$\mathbf{6 \text{ kW} + 85 \text{ kW} = 91 \text{ kW}}$$

Określenie sprawności instalacji c.o. oraz przerw w ogrzewaniu**A) Charakterystyka istniejącej instalacji c.o.**

Cechy systemu ogrzewania budynku	
Typ instalacji – układ dwururowy z rozdziałem dolnym.	
Przewody w instalacji – stalowe, czarne, spawane, w części podpiwniczonej poziomy prowadzone pod sufitem piwnic na wierzchu, w części nie podpiwniczonej kanałami przechodnimi, w sali gimnastycznej na wierzchu po podłodze. Piony c.o. z zaworami grzybkowymi, instalacja odpowietrzająca zbiorcza prowadzona na wierzchu. W sali gimnastycznej instalacja nowa prowadzona wierzchem z indywidualnymi automatycznymi odpowietrzeniami.	
Temperatury obliczeniowe instalacji c.o.– 80/60°C	
Rodzaj grzejników –żeliwne; w sali gimnastycznej płytowe	
Zawory termostatyczne – w budynku szkoły brak, w sali gimnastycznej – 100%	
Liczba dni ogrzewania w tygodniu oraz liczba godzin ogrzewania na dobę – 7/20	
Po roku 1985 wykonano modernizację instalacji c.o.- likwidacja kotłowni węglowej	

B) Charakterystyka węzła ciepłego

Cechy węzła ciepłego	
Typ węzła	Wymiennikowy c.o. i c.w.
Właściciel węzła	ZEC Dobrze Miasto
Automatyka pogodowa c.o.	Jest
Automatyka ciepłej wody	Jest
Pompy obiegowe c.o. i c.w.	Leszno typu PJM
Licznik ciepła	LEC –główny
Ocena stanu technicznego	Węzeł nowoczesny, o wysokiej sprawności

C). Zakres prac modernizacyjnych instalacji c.o.

- Montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych wraz z regulacją
- Montaż zaworów grzejnikowych odcinających
- Likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej i zastosowanie automatycznych zaworów odpowietrzających na końcówkach pionów
- Zrównoważenie hydrauliczne instalacji poprzez stosowanie w niezbędnym zakresie zaworów regulacyjnych na pionach lub rozdzielaczu.
- Wymiana kolektorów c.o. wraz z zaworami i odcinkami rur łączącymi kolektory z poziomami c.o
- Wymiana odcinka odnogi do sali gimnastycznej w kanale przechodnim.
- Chemiczne czyszczenie instalacji c.o.
- Wymiana 4 szt. grzejników rurowych i z blachy stalowej

D). Podstawa określenia wartości sprawności systemu grzewczego

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej

E). Sprawność wytwarzania

Ciepło wytwarzane jest w węźle ciepłym. Węzeł nowoczesny, o wysokiej sprawności.

W rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej – dla węzła ciepłego, kompaktowego z obudową, o mocy powyżej 100kW sprawność wytwarzania zgodnie z zał.5 tab. 5 określono - $\eta_p = 0,99$.

Stąd sprawność wytwarzania określa się przed i po modernizacji $\eta_w = 0,99$

F). Sprawność przesyłania

Urządzenia zaizolowane, usytuowane częściowo w nieogrzewanych pomieszczeniach a częściowo w ogrzewanych.

W rozporządzeniu dot. charakterystyki energetycznej, dla powyższego stanu sprawność przesyłania określono - $\eta_d=0,92-0,95$ dla pomieszczeń nieogrzewanych oraz $\eta_d=0,96-0,98$ dla pomieszczeń ogrzewanych.

Stąd sprawność przesyłania określa się:

przed i po modernizacji $\eta_d = 0,95$

G). Sprawność regulacji i wykorzystania

1/ Stan istniejący

W istniejącej instalacji grzejniki żeliwne prawie bez zaworów termostatycznych. Stosowana jest centralna regulacja w węźle cieplnym. Po modernizacji stan ulegnie poprawie.

W rozporządzeniu dot. charakterystyki energetycznej, dla powyższego stanu zgodnie z zał.5 tab. 2 sprawność określono $\eta_e = 0,75-0,85$.

Stąd uwzględniając kryteria rozporządzenia sprawność regulacji i wykorzystania w stanie istniejącym określa się $\eta_e = 0,80$

2/ Stan po modernizacji

W instalacji będą zainstalowane termostatyczne zawory grzejnikowe. Stosowana będzie regulacja miejscowa i centralna.

W rozporządzeniu dot. charakterystyki energetycznej, dla powyższego stanu zgodnie z zał.5 tab. 2 sprawność określono $\eta_e=0,93-0,99$.

Stąd uwzględniając kryteria rozporządzenia sprawność regulacji i wykorzystania po modernizacji określa się $\eta_e = 0,94$

H). Sprawność akumulacji ciepła

Węzeł cieplny oraz instalacja c.o. nie posiadają zbiornika buforowego.

W rozporządzeniu dot. charakterystyki energetycznej – przy braku tego zbiornika sprawność akumulacji zgodnie z zał.5 tab. 4,2 określono - $\eta_s = 1,0$.

Stąd sprawność akumulacji określa się przed i po modernizacji $\eta_s = 1,0$

I). Przerwy w okresie tygodnia

Budynek niemieszkalny, lekki, ogrzewanie 7 dni w tygodniu stąd $w_t = 1,0$ przed i po modernizacji.

J). Przerwy w okresie doby

Budynek niemieszkalny, lekki, użytkowany w godz. 8-16, ogrzewany z 4-godzinną przerwą dzięki automatyce pogodowej w węźle.

Stąd dla stanu przed i po modernizacji przyjmuje się $w_d = 0,96$

Załącznik nr 3

Rok grzewczy 2013

miesiąc	Ilość dni sezonu	średnia temperatura	Stopniodni
I	31	-4,7	766
II	28	-1,1	591
III	31	-3,1	716
IV	30	6,2	414
V	10	15,0	50
IX	10	11,6	84
X	31	9,3	332
XI	30	5,0	450
XII	31	2,3	549
Razem	232		3951

$$3951 : 4142 = 95,4\%$$

$$\text{Wskaźnik sezonu } 100 \% : 95,4 \% = 1,048$$

Dokumentacja fotograficzna budynku

