Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dn. 18.12.98 po nowelizacji z dn. 21 czerwca 2001r

Adres budynku :	**kod** : 19 - 213 **miejscowość** : Radziłów **ulica :** Sportowa 1 **województwo :** podlaskie
Wykonawca audytu :	**imię i nazwisko** : Elżbieta Piotrowska **tytuł zawodowy** : mgr inż. **nr opracowania** : 15/2008

Białystok marzec 2008 r

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1.Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	Szkoła – użyteczności publicznej , z częścią mieszkalną		**1.2 Rok ukończenia budowy**	1992 r
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Szkoła Podstawowa w Radziłowie 19 - 213 Radziłów ul. Sportowa 1 właściciel Urząd Gminy w Radziłowie	**1.4 Adres budynku**	**miejscowość:** 19 - 213 Radziłów **ulica :** Sportowa 1 **powiat :** grajewski **województwo -** podlaskie	

2. Nazwa i adres firmy wykonującej audyt:

3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:
mgr inż. Elżbieta Piotrowska ,15-561 Białystok ul. Gródecka 17 D , tel. 085 7433 572 PESEL 58031806487
uprawnienia projektowe nr BŁ/22/87, BŁ/282/89, uprawnienia wykonawcze BŁ/71/94
kurs dla audytorów energetycznych NAPE 01/97 , KAPE/97/034
Zrzeszenie Audytorów Energetycznych nr czł. 132 , kwalifikacja KAPE nr 0164

4. Współautorzy audytu: Imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje

Lp	**Imię i nazwisko**	**Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego**	**Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)**
1 **2** **3**			

5. Miejscowość: Białystok **data wykonania opracowania** marzec 2008r

6. Spis treści:

1. Strony tytułowe
2. Karta audytu energetycznego
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu , oraz wytyczne i uwagi inwestora
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku
5. Ocena stanu technicznego budynku
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
8. Opis optymalnego wariantu
9. Efekty ekologiczne termomodernizacji

2. Karta audytu energetycznego budynku*)

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycja ,układ ścian podłużny	
2.	Liczba kondygnacji	parterowa sala gimn. dwie i trzy kondygnacje	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	12 995,5 + 954,5*	
4.	Powierzchnia netto budynku [m²]	4 332,0 + 362,5*	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m²]	304,0*	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	3 571,0	
7.	Liczba mieszkań	5*	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	150	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne podgrzewacze	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	lokalna kotłownia	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,45	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	kondygnacja mieszkalna w budynku szkoły	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,61/ 0,61*	0,24 / 0,24*
2.	Dach/stropodach (sala gimnastyczna / szkoła / mieszkania)	1,37 /1,2 / 1,2*	1,37 / 0,22 / 0,22*
3.	Podłoga na gruncie	0,52 / 0,36	0,52 / 0,36
4.	Okna	2,6 / 2,6*	1,7 / 1,7*
5.	Drzwi/bramy	5,1 / 3,0	2,0
6.	Inne (ściany piwnic użytkowych)	0,46	0,24
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,83	0,88
2.	Sprawność przesyłania	0,93	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,892	0,957
4.	Sprawność wykorzystania	0,93	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,0	1,0
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,0	1,0
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	mikrowent.okna / kratki	nawiew. / kratki
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	10 392 + 690*	10 392 + 690*
4.	Liczba wymian [1/h]	1	1
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	274,7 + 29,2*	180,5 + 11,0*
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	5,4 + 2,0*	5,4 + 2,0*
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	2 770,6 + 266,7*	1 938,2 + 103,2*
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	4 329,8 + 416,0*	2 550,1 + 136,0*
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	52,8 + 31,0*	52,8 + 31,0*
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 licznika	-

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m³rok)]	61,47 / 77,6*1	40,64 / 30,03*
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m³rok)]	94,50 / 121,06*	53,48 / 39,58*
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m²rok)]	340,19 / 338,97*	192,54 /110,81*
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1GJ na ogrzewanie **) [zł]	66,18 / 66,18*	66,18 / 66,18*
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Opłata za podgrzanie 1 m³ wody użytkowej **) [zł]	30,55 / 30,55*	23,66 / 23,66*
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	0	0
5.	Opłata za ogrzanie 1 m² pow. użytkowej miesięcznie [zł]	0	0
6.	Opłata abonamentowa [zł]	0	0
7.	Inne		

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	**1 091 370**	Miesięczna rata spłaty kredytu wraz z odsetkami [zł]	**9 506**
Oprocentowanie kredytu [%]	7,0	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	**42,6**
Okres kredytowania [lata]	10	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	**138 756**

*) – dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
Dane dla kondygnacji mieszkalnej oznaczone *
**) – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
***) – stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Archiwalny projekt techniczny architektoniczny budynku wykonany przez PSPRiWI „AKSET" w Białymstoku
- Archiwalny projekt instalacji co wykonany przez „AKSET"
- Inwentaryzacja wykonana przez Pracownię Projektową AUTORIS w Białymstoku
- Projekty wykonawcze instalacji co , modernizacji kotłowni i instalacji solarnej przygotowania ciepłej wody , wykonane przez Pracownię Projektowa Instalacji Sanitarnych Jacka Szumskiego w lipcu 2007r

3.2. Inne dokumenty:

Faktury opłat za paliwo (olej opałowy) do kotłowni wbudowanej w piwnicy budynku .

3.3. Osoby udzielające informacji:

Pan Milewski - reprezentujący Urząd Gminy w Radziłowie

Pani Dziekońska - dyrektor szkoły

3.4. Data wizji lokalnej:

październik 2006 r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania w budynku ,
- modernizacja kotłowni i instalacji grzewczej z możliwością zastosowania energii alternatywnej dla ogrzania cwu ,
- wymiana stolarki okiennej
- rozdzielenie instalacji co dla części mieszkalnej i opomiarowanie energii dla mieszkań .
- opinia techniczna przeglądu konstrukcji stalowej dachu nad salą gimnastyczną , przedstawiona przez Inwestora , nie pozwala na dodatkowe obciążenie . Inwestor rezygnuje z ocieplenia stropodachu nad salą gimnastyczną .

4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku

4. a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	
Własność	prywatna spółdzielcza **samorządowa**
Przeznaczenie budynku	mieszkalny **inny: użyteczności publicznej i częściowo mieszkalny**
Osiedle	
Adres	Radziłów ul. Sportowa 1
Budynek	**wolno stojący** bliźniak segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny wielorodzinny

Rok budowy	1992 r	**Rok zasiedlenia**	**–**
Technologia budynku	UW-2Ż – Cegła Żerańska RWB BSK RBM-73 RWP-75 PBU-59 PBU-62 UW 2-J WUF-62 WUF-T OWT-67 OWT-75 "Szczecin" W-70 Wk-70 SBM-75 ZSBO "Stolica" monolit **tradycyjna** ramowa szkieletowa inna – określić:		
1. Powierzchnia zabudowana [m²]	1 847,1	**10. Liczba klatek schodowych wydzielonych**	1
2. Kubatura budynku [m³]	20 983,0	**12. Liczba kondygnacji**	dwie / trzy
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m³]	13 950,0	**13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]**	2,40 3,30 2,50 7,25
4. Powierzchnia użytkowa [m²]	3 875,0	**14. Liczba użytkowników**	150
5. Powierzchnia komunikacji [m²]	761,0	**15. Liczba mieszkań**	5
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	-		
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy użytkowej [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	1 086,8		
8. Powierzchnia mieszkalna [m²]	340,9		
9. Budynek podpiwniczony	częściowo tak		

4. b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Kompleks budynków szkoły składa się budynku głównego dwukondygnacyjnego , podpiwniczonego .
W piwnicy znajduje się kotłownia z pomieszczeniami technicznymi , oraz część użytkowa piwnicy .
Skrzydło lewe tego kompleksu to budynek trzykondygnacyjny , nie podpiwniczony , dwie dolne kondygnacje przeznaczone na zajęcia dydaktyczne szkoły , ostatnia górna kondygnacja przeznaczona jest na mieszkania.
Wyodrębniona sala gimnastyczna z zapleczem dwukondygnacyjnym połączona jest ze szkołą łącznikiem.
Przy ścianie frontowej w części dwukondygnacyjnej budynku dobudowany jest budynek gimnazjum (nie objęty opracowywanym audytem).
Obiekty wykonane są metodą tradycyjną murowane , stropy kanałowe, w sali gimnastycznej strop na elementach stalowych , jedna wydzielona klatka schodowa w części mieszkalnej , pozostałe klatki schodowe otwarte . Dachy dwuspadowe na drewnianej więźbie dachowej , z nie użytkowanymi strychami .
Okna drewniane nieszczelne , duża powierzchnia przeszklenia . Drzwi wejściowe metalowe , lub drewniane , stare o dużym stopniu zużycia..

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Pow. całk. m^2	Pow. do obl. strat ciepła	U_k W/(m^2 ·K)	Pow. okna m^2	U. Okna W/(m^2·K)	Pow. drzwi m^2	U. drzwi W/(m^2·K)
1	Ściana zewnętrzna S	351,0	305,2	0,61	53,0	2,6	2,3	5,1
2	Ściana zewnętrzna W	845,0	704,2	0,61	168,0	2,6	2,8 2,3	3,0 5,1
3	Ściana zewnętrzna N	310,0	269,2	0,61	84,0	2,6	3,5	5,1
4	Ściana zewnętrzna E	763,0	635,7	0,61	146,0	2,6	7,6	5,1
5	Ściany piwnic i fundamentowe nad gruntem	160,0	152,8	0,61	26,0	3,0		
6	Ściany piwnic i fundamentowe przy gruncie	143,0	142,8	0,46				
7	Dach sali gimnastycznej	280,0	276,4	1,37				
8	Stropodach łącznika i części sanitarnej bud. sportowego	455,0	448,0	1,20				
9	Stropodach szkoły	547,0	546,6	1,20				
10	Stropodach nad częścią mieszkalną	500,0	499,0	1,20				
11	Podłoga na gruncie I strefa		183,4	0,52				
12	Podłoga na gruncie II strefa		1 613,7	0,36				

4. c Charakterystyka kotłowni lokalnej

Kotłownia zlokalizowana w piwnicy szkoły jest wyposażona w dwa kotły żeliwne niskotemperaturowe olejowe , mniejszy kocioł firmy Buderus z automatyką pogodową został dołączony z chwilą dobudowy gimnazjum i obsługuje ten budynek . Kocioł firmy FAKOT jest w złym stanie technicznym (rozszczelnienie).

4. d. Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.) $q_{moc\ kW}$	303,9*
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.) q	311,3
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania $Q_{H\ GJ/a}$	3 037,3
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła $E = Q_H / V$	61,47
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowymsezonie grzewczym z uwzgl. sprawności systemu ogrzewania $Q_{S\ GJ/a}$	4 745,8
6	Cena wytwarzanej energii (z VAT) zł / GJ	66,18

* zapotrzebowanie mocy tylko dla obiektów objętych audytem (bez budynku gimnazjum i zapotrzebowania na wentylację mechaniczną)

4. e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ systemu	Ciepło dostarczane z olejowej kotłowni wbudowanej
2	Parametry pracy instalacji	90/70 ° C
3	Przewody w instalacji	Stalowe czarne , spawane brak zaworów podpionowych
4	Rodzaje grzejników	Żeliwne członowe i rurowe ożebrowane
5	Osłonięcie grzejników	częściowo
6	Zawory termostatyczne	nie
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta p=0,93$ $\eta r=0,892$ $\eta w=0,83$ $\eta e=0,93$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2006	nie

4. f . Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	Grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	11 082

4. g . Charakterystyka ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w kilku sanitariatach , także zaplecza sali gimnastycznej ,oraz łazienkach mieszkań , indywidualnie , poprzez niewielkie elektryczne podgrzewacze pojemnościowe . Dotychczasowy sposób funkcjonowania sanitariatów w szkole wskazuje na małe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową .

5. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

5.1. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

Budynek konstrukcyjnie jest w stanie dobrym, współczynniki przenikania dla ścian zewnętrznych są zbyt wysokie . Ściany piwnicy użytkowej i fundamentowe mają uszkodzoną i niewystarczającą warstwę izolacji wilgociowej .

Stolarka okienna drewniana , duże okna nie szczelne , w kompleksie sportowym okna drewniane nie szczelne . Drzwi wejściowe nie wymienione metalowe lub drewniane ,o dużym stopniu zużycia , nie ocieplone.

Dach szczelny , za wyjątkiem części budynku z ostatnią kondygnacją mieszkalną , gdzie nieszczelne pokrycie dachu spowodowało zawilgocenie i zniszczenie izolacji termicznej strychu , stropodachy nad ostatnią kondygnacją o zbyt wysokim wsp. przewodzenia ciepła . Stalowa konstrukcja dachu nad salą gimnastyczną została oceniona , jako zbyt słaba do przyjęcia dodatkowego obciążenia warstwy izolacji termicznej .

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących max wartości współczynnika E, głównie przez niską izolacyjność przegród.

5.2 System grzewczy

Wewnętrzna instalacja cieplna o rozprowadzeniu tradycyjne z rozdziałem dolnym , przewody prowadzone częściowo w kanałach podpodłogowych , piony po wierzchu ścian . Rury stalowe czarne spawane grzejniki żeliwne i rurowe ożebrowane , brak zaworów regulacyjnych i zaworów termostatycznych grzejnikowych. Średnice przewodów przewymiarowane , zład o dużej bezwładności cieplnej ,brak możliwości regulacji , instalacja jest źle wyregulowana hydraulicznie . Poszczególne obiekty o różnych funkcjach użytkowych nie są rozdzielone i nie mają indywidualnego pomiaru pobieranej energii cieplnej .

5.2. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

L.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	**Przegrody zewnętrzne** Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające współczynniki U -ściany zewnętrzne bud. U=0,61, -stropodachy budynków U= 1,2 , - stropodach sali gimnastycznej U= 1,37	Należy ocieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić zalecany minimalny opór cieplny tych przegród -dla ścian R = 4,0 -dla stropodachu R = 4,5 - dla stropu nad piwnicą R = 2,0
2	**Okna** W budynkach okna drewniane o niewłaściwym U= 2,6 Drzwi zewnętrzne metalowe i drewniane o zbyt wysokim współczynniku przenikania ciepła	Możliwa wymiana okien i drzwi zewnętrznych
3	**Wentylacja grawitacyjna** Niekontrolowana mikrowentylacja przez okna jest niewłaściwa dla normatywnych potrzeb budynku ,	Możliwe wprowadzeniu wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników w nowych oknach i kratek wywiewnych higrosterowanych
4	**Instalacja ciepłej wody użytkowej** Cwu przygotowywana indywidualnie przez podgrzewacze elektryczne znajdujące się w sanitariatach szkoły i mieszkaniach .	Możliwość zastosowania kolektorów słonecznych dla sanitariatów zaplecza sali gimnastycznej , co obniży koszt podgrzania cwu i umożliwi zmianę ich funkcjonowania (większa dostępność wykorzystania)
5	**System grzewczy** Instalacja tradycyjna w złym stanie technicznym , brak regulatorów podpionowych , zaworów termostatycznych grzejnikowych , przewody miejscami skorodowane , stara niesprawna izolacja . Jeden z kotłów olejowych w złym stanie technicznym , ma niewystarczający współczynnik sprawności , brak automatycznej regulacji pracy	Wymiana instalacji z przewodami , grzejnikami, izolacją ,zastosowanie zaworów termostatycznych grzejnikowych , rozdział instalacji odpowiednio do funkcji kompleksu budynków szkoły , opomiarowanie części mieszkalnej. Modernizacja kotłowni z wymianą starego kotła olejowego na nowy o lepszej sprawności .

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie start przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia styropianem , metoda lekka mokra , oraz ścian piwnic i ścian fundamentowych polistyrenem estrudowanym
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie dachu sali gimnastycznej płytami z wełny mineralnej, Ocieplenie stropodachu budynku szkoły , łącznika i części sanitarnej budynku o funkcji sportowej i części mieszkalnej wełna mineralną od wewnątrz .
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi	Wymiana okien na okna z PCV o współczynniku U = 1,7 i drzwi aluminiowe lub z PCV o współczynniku U= 2,0
4	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wprowadzenie nawiewników / wywiewników
5	Zmniejszenie kosztu podgrzania cwu	Zastosowania kolektorów słonecznych na dachu dla sanitariatów zaplecza sali gimnastycznej i instalacji z podgrzewaczem wspomaganej przez sieć ciepła technologicznego (wentylacji sali gimnastycznej) z kotłowni olejowej
6	Zmniejszenie strat przez poprawę sprawności instalacji grzewczej i zmodernizowanie kotłowni	Wymiana rur , leżaków i pionów , grzejniki płytowe , izolacją przewodów ,zastosowanie zaworów termostatycznych grzejnikowych z głowicami , rozdział instalacji odpowiednio do funkcji kompleksu budynków szkoły , opomiarowanie części mieszkalnej. Wymiana kotła olejowego z automatyką regulowaną temperaturą zewnętrzną .

Uwaga : Ocieplenie dachu nad salą gimnastyczną z przyczyn technicznych (negatywna opinia konstruktora) zostaje pominięta w dalszej części opracowania

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Zmniejszenie start przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia styropianem , metoda lekka mokra , oraz ścian piwnic i ścian fundamentowych polistyrenem estrudowanym
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu budynku szkoły , łącznika , części sanitarnej budynku sportowego i części mieszkalnej wełną mineralną od wewnątrz (strych)
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi	Wymiana okien na okna z PCV o współczynniku U = 1,7 i drzwi aluminiowe lub z PCV o współczynniku U= 2,0
4	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wprowadzenie nawiewników / wywiewników
5	Zmniejszenie kosztu podgrzania cwu	Zastosowania kolektorów słonecznych na dachu dla sanitariatów zaplecza sali gimnastycznej i instalacji z podgrzewaczem wspomaganej przez sieć ciepła technologicznego (wentylacji sali gimnastycznej) z kotłowni olejowej
6	Zmniejszenie strat przez poprawę sprawności instalacji grzewczej i zmodernizowanie kotłowni	Wymiana rur , leżaków i pionów , grzejniki płytowe , izolacją przewodów ,zastosowanie zaworów termostatycznych grzejnikowych z głowicami , rozdział instalacji odpowiednio do funkcji kompleksu budynków szkoły , opomiarowanie części mieszkalnej. Wymiana starego kotła olejowego na nowy o lepszej sprawności , z automatyką regulowaną temperaturą zewnętrzną .

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne ,

b) Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i / lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego

c) Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

d) 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_{wo} (średnia)	20	20	^{0}C
t_{zo}	-22	-22	^{0}C
Sd – dla przegród zewnętrznych	4 245	4 245	dzień·K·a
O_{0m} , O_{1m} (opłata stała)	-	-	zł*MW/·m-c
O_{0z} , O_{1z} (opłata zmienna)	66,18	66,18	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	-	-	

Uwaga:

STAN ISTNIEJĄCY
Lokalna kotłownia olejowa
- koszt opału (olej opałowy) 88 506 l x 2,28 zł /l = 201 793 zł
- koszty ogólne eksploatacji (remonty , energia elektr.. itp.) 780 zł
uwzględniając sprawność kotłów na poziomie 0,83
- cena energii
Ooz = 211 573 zł / 3 196,84 GJ = **66,18 zł / GJ**

Stan po termomodernizacji - koszt wytworzenia energii pozostaje nie zmieniony

7.2.1Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	**Przegroda**
	Ściany zewnętrzne

Dane:
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła A= 1 914,3 m^2
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów A= 2 269,0 m^2

Opis wariantów usprawnienia:
Przewiduje się ocieplenie ścian styropianem , metoda lekka mokra np. w systemie BOLIX , współczynnik przewodzenia λ=0,04 W/mK ,w zakresie robót są obróbki okien i blacharskie , wymiana rynien , cena obejmuje rusztowania .

Wariant 1 grubość izolacji 8 cm
Wariant 2 grubość izolacji 10 cm , spełnia wymagania Rozporządzenia
Wariant 3 grubość izolacji 12 cm , stanowi polepszenie powyższych warunków

Lp.	**Omówienie**	**Jedn.**	**Stan istniejący**	**Warianty**		
				1	**2**	**3**
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		2,0	2,5	3,0
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	1,64	3,64	4,14	4,64
4	Q_{0U} , $Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	428,1	192,9	169,6	151,3
5	q_{0U} , $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{WO} - t_{ZO}) /R$	MW	0,0479	0,0216	0,0785	0,0169
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{OU} - Q_{1U}) O_z + 12(qo - q1)O_m$	zł/a		15 566	17 108	18 319
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		130	140	155
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		359 865	387 545	429 070
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		23,1	22,6	23,4
10	U_0 , U_1	$W/ m^2 \cdot K$	0,61	0,27	0,24	0,22

Podstawa przyjętych wartości N_U
Na podstawie ofert rynku firm wykonawczych , oraz biuletynu cen Sekocenbudu,
N = 2 269 m2 x 140 zł/m2 = 317 660 + VAT= 387 545 zł
Uwaga : w cenie wliczono obróbki okien , gzymsu i rusztowania ,

Wybrany wariant: 2	**Koszt: 387 545 zł**	**SPBT= 22,6 lat**

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	**Przegroda** Ściany piwnicy i fundamentowe

Dane:
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła A= 165,6 m^2
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów A= 303,0 m^2

Opis wariantów usprawnienia:
Przewiduje się ocieplenie ścian polistyrenem estrudowanym np. w systemie Organiki (np. Termo W Geo) , współczynnik przewodzenia λ=0,033 W/mK , wykonanie izolacji nad terenem i na głębokość ok. 1,5 m poniżej gruntu, przedsięwzięcie przewiduje wykonanie warstwy izolacji wilgociowej (hydroizolacja np. Dysperbitem)

Wariant 1 grubość izolacji 5 cm
Wariant 2 grubość izolacji 8 cm , spełnia wymagania Rozporządzenia
Wariant 3 grubość izolacji 10 cm , stanowi polepszenie powyższych warunków

Lp.	**Omówienie**	**Jedn.**	**Stan istniejący**	**Warianty**		
				1	**2**	**3**
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,05	0,08	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		1,51	2,42	3,03
3	Opór cieplny R	W / m2K	1,64	3,15	4,06	4,67
4	Q_{0U} , $Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	37,0	19,3	15,0	13,0
5	q_{0U} , $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{WO} - t_{ZO}) /R$	MW	0,0042	0,0023	0,0018	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{OU} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{OU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 171	1 456	1 588
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		120	135	148
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		44 360	49 905	54 710
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		37,9	34,3	34,5
10	U_0 , U_1	$W/ m^2 \cdot K$	0,61/0,46	0,31	0,24	0,21

Podstawa przyjętych wartości N_U

Oferta rynku wykonawczego:
N= 303 m2 x 135 zł /m2 = 40 905 zł + VAT = 49 905 zł

Wybrany wariant: 2	**Koszt: 49 905 zł**	**SPBT= 34,3 lat**

7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	**Przegroda**
	Stropodach bud. głównego , łącznika i części sanitarnej sali

Dane:
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła A= 994,6 m^2
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów A= 1 002,0 m^2

Opis wariantów usprawnienia:
Przewiduje się ocieplenie powierzchni stropu nad ostatnią kondygnacją od wewnątrz matami z wełny mineralnej , o współczynniku przewodzenia λ=0,04 W/mK i położenie paroizolacji ,

Wariant 1 : grubość izolacji 14 cm
Wariant 2 : grubość izolacji 16 cm , spełnia Umin dla przegrody zgodnie z rozporządzeniem
Wariant 3 : grubość izolacji 18 cm , stanowi polepszenie powyższych warunków

Lp.	**Omówienie**	**Jedn.**	**Stan istniejący**	**Warianty**		
				1	**2**	**3**
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		3,5	4,0	4,5
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	0,83	4,33	4,83	5,33
4	Q_{0U} , $Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	439,5	84,2	75,5	68,4
5	q_{0U} , $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{WO} - t_{ZO}) /R$	MW	0,0503	0,0096	0,0086	0,0078
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{OU} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{OU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		12 918	13 236	13 494
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m^2		50	60	72
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		61 120	73 350	88 015
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		2,6	3,0	3,6
10	U_0 , U_1	W/ $m^2 \cdot K$	1,2	0,23	0,21	0,19

Podstawa przyjętych wartości N_U

Oferta firmy wykonawczej
N= 1 002 m2 x 60 zł/m2 = 60 120 zł + VAT = 73 350 zł

Wybrany wariant: 2	**Koszt: 73 350 zł**	**SPBT= 3,0 lat**

7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	**Przegroda** Stropodach w części mieszkalnej

Dane:
Powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła A= 499,0 m^2
Powierzchnia przegrody do obliczeń kosztów A= 500,0 m^2 (dach 713 m2)

Opis wariantów usprawnienia:
Przewiduje się ocieplenie powierzchni stropu nad ostatnią kondygnacją mieszkalną matami z wełny mineralnej , o współczynniku przewodzenia λ=0,04 W/mK , położenie paroizolacji , dodatkowo wykonanie remontu pokrycia dachu i wymianę rynien deszczowych .

Wariant 1 : grubość izolacji 14 cm
Wariant 2 : grubość izolacji 16 cm , spełnia Umin dla przegrody zgodnie z rozporządzeniem
Wariant 3 : grubość izolacji 18 cm , stanowi polepszenie powyższych warunków

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		3,5	4,0	4,5
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	0,83	4,33	4,83	5,33
4	Q_{0U} , $Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	220,5	42,3	37,9	34,3
5	q_{0U} , $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{WO} - t_{ZO}) /R$	MW	0,0253	0,0048	0,0043	0,0039
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{OU} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{OU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		11 793	12 084	12 323
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		95	105	117
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		69 645	75 745	83 065
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,9	6,3	6,7
10	U_0 , U_1	$W/ m^2 \cdot K$	1,2	0,23	0,21	0,19

Podstawa przyjętych wartości N_U

Oferta firmy wykonawczej
Docieplenie stropu N = 500 m2 x 60 zł/m2 +VAT = 36 600 zł
Remont pokrycia dachu N = 713 m2 x 45 zł/m2 + VAT = 39 145 zł
Razem : 75 745 zł

Wybrany wariant: 2	**Koszt: 75 745 zł**	**SPBT= 6,3 lat**

7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych oraz poprawienie systemu wentylacji.

Przedsięwzięcie: wymiana drzwi zewnętrznych

Dane:

A = 18,5 m² $\mathbf{V}_{nom}$= 975 m³/h $\mathbf{C}_w$=1,0

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi drewnianych i metalowych , na nowe aluminiowe docieplone wkładką termiczną , lub z PCV , także przewiduje wymianę drzwi wejściowych głównych , na drzwi o lepszym U = 2,0 W/m^2·K ,

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	W/ m^2·K	5,1	2,0		
2	0,0000864 Sd·A·U	GJ/a	34,6	13,6		
3	Współczynnik C_r	-	1,2	1,0		
4	0,0000294 $C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	146,0	121,7		
5	Q_0 , Q_1= (2) + (4)	GJ/a	180,6	135,3		
6	$10^{-6} \cdot A(t_{W0}-t_{Z0}) \cdot U$	MW	0,0040	0,0016		
7	$3 \cdot 4 \cdot 10^{-7} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{W0}-t_{Z0})$	MW	0,0167	0,0139		
8	q_0 , q_1= (6) + (7)	MW	0,0207	0,0155		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$ =	zł/rok		2 998		
10	Koszt wymiany okien N	zł		17 445		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_W	zł				
12	SPBT = (N + NW)/($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)	lata		5,8		

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny wymiany wg oferty firmy branżowych

Nakłady : drzwi pojedyncze 3 szt x 1900 zł = 3 800 zł

drzwi podwójne 2 szt. x 2 700 zł = 5 400 zł

drzwi główne 3 200 zł

razem : 14 300 zł + VAT = 17 445 zł

Wybrany wariant: 1	**Koszt: 17 445 zł**	**SPBT= 5,8 lat**

7.2.7 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawienie systemu wentylacji.

Przedsięwzięcie: wymiana okien

Dane:

$\mathbf{A}_{OK}$= 477,0 m^2 $\mathbf{V}_{nom}$= 9 760 m³/h $\mathbf{C}_w$=1,0

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących drewnianych na okna szczelne z PCV o lepszym U

Wariant 1: okna z PCV , U = 1,7 W/m^2·K , a=0,8 ,

Wariant 2: okna z PCV jak wyżej , U = 1,7 W/m^2·K , a<0,3 , oraz nawiewniki okienne automatycznie higrosterowane i kratki wywiewne higrosterowane w kanałach wentylacji grawitacyjnej np.. firmy Areco ,

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien	W/ m^2·K	2,6	1,7	1,7	
2	0,0000864 Sd·A_{0K}·U	GJ/a	454,9	297,4	297,4	
3	Współczynnik C_r	-	1,1	1,0	0,7	
4	0,0000294 C_r ·C_w ·V_{nom}·Sd	GJ/a	1 339,9	1 218,1	852,7	
5	Q_0 , Q_1= (2) + (4)	GJ/a	1 794,8	1 515,5	1 150,1	
6	10^{-6}·A_{OK}(t_{W0}-t_{Z0})·U	MW	0,0601	0,0341	0,0341	
7	3·4·10^{-7}·C_r·C_w· V_{nom}·(t_{W0}-t_{Z0})	MW	0,2191	0,1992	0,1394	
8	q_0 , q_1= (6) + (7)	MW	0,2792	0,2333	0,1735	
9	ΔQ_{rok} + ΔQ_{rw} =	zł/rok		18 484	47 292	
10	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		232 777	261 875	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_W	zł			23 800	
12	SPBT = (N_{OK} + NW)/(ΔQ_{rok} + ΔQ_{rw})	lata		12,6	6,7	

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m^2 wg oferty firm

Wariant 1 : wymiana 477 m^2 okien * 400 zł/ m^2 = 190 800 zł + VAT = 232 776 zł

Wariant II ; wymiana 477 m2 okien z nawiewnikami * 450 zł / m2 = 214 650 zł + VAT = 261 875 zł

Kratki wywiewne kanałowe automatycznie higrosterowane 170 szt. x 140 zł = 23 800 zł

Wybrany wariant: 2	**Koszt: 285 675 zł**	**SPBT= 6,7 lat**

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

Dane: Q_{OCW}= 83,8 GJ /a q_{OCW}= 7,4 kW

Opis: usprawnienie polega na zamontowaniu kolektorów słonecznych na dachu kompleksu sportowego (nad częścią sanitarną) i wykonanie instalacji wewnętrznej na zapleczu sali sportowej , co obniży koszt podgrzania cwu , szacowany udział odnawialnego źródła ciepła szacuję na 55 % zapotrzebowania energii , co da oszczędność kosztu podgrzewania , ΔQ_r = 2 445 zł / a.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu	**GJ/a**	83,8	83,8
2	Oszczędności kosztów	**zł/a**		2 445
3	Koszt modernizacji	**zł**		76 690
4	SPBT	**lata**		31,4

Kalkulacja kosztów instalacji solarnej wg. oferty firmy STIEBEL ELTRON
N = 62 860 + VAT = 76 690 zł

Koszt: 76 690 zł **SPBT= 31,4 lat**

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w budynku w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót , zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Docieplenie stropodachu budynku głównego , łącznika i części sanitarnej bud. sportowego	73 350	3,0
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	17 445	5,8
3	Docieplenie stropodachu części mieszkalnej	75 745	6,3
4	Wymiana okien , nawiewniki / wywiewniki	285 675	6,7
5	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemia	387 545	22,6
6	Modernizacja cwu	76 690	31,4
7	Docieplenie ścian piwnicy i fundamentowych	49 905	34,3

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego i modernizację źródła ciepła w budynku

Q_{co}= 3 037,3 GJ/ a W_{to}=1,0 W_{do}=1,0 η_0=0,83 *0,93 *0,892 *0,93=0,640

Q = 0,3039 MW

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła - wymiana kotła olejowego	η_w =0,83 → 0,88
2	Przesyłanie ciepła - wymiana przewodów i izolacji	η_p = 93 → 0,95
3	Regulacja systemu ogrzewania - zamontowanie automatyki i zaworów termostatycznych	η_r =0,892 → 0,964
4	Wykorzystanie ciepła - grzejniki prawidłowo usytuowane	η_e =0,93 → 0,95
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$ =	η =0,640 → 0,766
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw , bez zmiany	W_t =1,0
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - bez zmian	W_d =1,0

Efekt finansowy dla tego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Rodzaj systemu grzejnego		Dwa kotły na olej opałowy	Dwa kotły na olej opałowy
2	Obliczeniowa moc na co	MW	0,3039	0,3039
3	Zapotrzebowanie na ciepło na co	GJ / rok	3 037,3	3 037,3
4	Ogólna sprawność systemu		0,640	0,766
5	Zapotrzebowanie na ciepło na co z uwzględnieniem sprawności systemu	GJ / rok	4 745,8	3 965,1
6	**Łączny koszt ogrzewania**	Zł / rok	314 077	262 410
7	efekt	Zł / rok		**51 667**
8	Koszt przedsięwzięcia (instalacja co + pompa ciepła) Nco	Zł		**397 865**
9	SPBT	lata		**7,7**

Rodzaj usprawnienia i kalkulacja kosztów :

Wymiana jednego kotła (starszego) na stojący firmy Buderus , sprzęgło hydrauliczne , naczynie przeponowe , pompy obiegowe , zawory regulacyjne na rozdzielonych obiegach 101 840 zł , kominy stalowe 3 000 zł , zbiorniki oleju 10 000 zł , roboty budowlano – montażowe 15 000 zł , demontaż i rozruch 15 600 zł
Wymiana istniejącej instalacji co z uwagi na konieczność minimalizacji pojemności zładu i podniesienie sprawności . Aparaty grzewczo-wentylacyjne 3 szt. grzejniki z zaworami 125 szt.
głowice termostatyczne 125 szt. rury stalowe czarne i rury KAN Therm , zawory podpionowe i regulatory równoważące . Łączny koszt instalacji ok. 180 680 zł , oferta rynku instalacyjnego
Koszty : N = 145 440 + 180 680 + VAT = 397 865 zł

7.4. Wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :
a) Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

b) Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych w budynku

- modernizacja kotłowni i instalacji co
- docieplenie stropodachu budynku głównego , łącznika i części sanitarnej sali gimnastycznej
- wymiana drzwi zewnętrznych
- docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną
- wymiana okien , nawiewniki i wywiewniki higrosterowane
- docieplenie ścian zewnętrznych nadziemia
- modernizacja cwu - kolektory słoneczne
- docieplenie ścian zewnętrznych piwnicy i ścian fundamentowych

Rozpatruje się następujące warianty:

Zakres	**Nr wariantu**								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stropodach bud. głównego , łącznika i części sanitarnej	X	X	X	X	X	X	X		
Wymiana drzwi	X	X	X	X	X	X			
Stropodach części mieszkalnej	X	X	X	X	X				
Wymiana okien	X	X	X	X					
Ściany zewnętrzne	X	X	X						
Modernizacja cwu kolektory słoneczne	X	X							
Sciany piwnicy i fundamentowe	X								
Instalacja c.o. i kotłownia	X	X	X	X	X	X	X	X	

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariant.	Q_{0co} Q_{1co} GJ	q_{0co} q_{1co} kW	η_0 W_{do} η_b W_{d1}	Q_{0cwu} Q_{1cwu} GJ	q_{0cwu} q_{1cwu} kW	Q_0 Q_1 GJ	q_0 q_1 kW	O_{0r} O_{1r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stan istniejący	3 037,3	303,9	0,640 1,0	83,8	7,4	4 829,6	311,3	323 538		
1	2 041,4	191,5	0,760	83,8	7,4	2 769,9	198,9	184 782	138 756	1 364 220
2	2 073,1	195,3	0,761	83,8	7,4	2 807,8	202,7	187 304	136 234	1 314 315
3	2 073,1	195,3	0,761	83,8	7,4	2 807,8	202,7	189 749	133 789	1 237 625
4	2 328,0	225,1	0,762	83,8	7,4	3 138,9	232,5	211 648	111 890	850 080
5	2 486,3	242,7	0,763	83,8	7,4	3 342,4	250,1	225 115	98 423	564 405
6	2 664,2	262,4	0,764	83,8	7,4	3 571,0	269,8	240 244	83 294	488 660
7	2 682,8	264,6	0,764	83,8	7,4	3 595,3	272,0	241 852	81 686	471 215
8	3 037,3	303,9	0,766	83,8	7,4	4 048,9	311,3	271 871	51 668	397 865

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $[Q_o - Q_1/Q_o]\cdot 100\%$ [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%] [zł,%]	Różnica między1/12rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami [zł/miesiąc]
1	2	3	4	5	6	7
1	**+ Docieplenie ścian piwnicy i fundamentowych**	**1 364 220**	**138 756**	**42,6**	**20% 272 850 80% 1 091 370**	**+ 2 057**
2	+ modernizacja cwu kolektory słoneczne	1 314 315	136 234	41,8	20% 262 865 80% 1 051 450	+ 2 193
3	+ Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemia	1 237 625	133 789	41,8	20% 247 530 990 095	+ 2 525
4	+ Wymiana okien nawiewniki / wywiewniki	850 080	111 890	35,0	20% 170 020 680 060	+ 3 400
5	+ Docieplenie stropodachu części mieszkalnej	564 405	98 423	30,8	20% 112 885 451 520	+ 4 268
6	+ Wymiana drzwi	488 660	83 294	26,0	20% 97 740 390 920	+ 3 536
7	+ Docieplenie stropodachu szkoły , łącznika i cz. sanitarnej	471 215	81 686	25,5	20% 94 245 376 970	+ 3 523
8	Modernizacja kotłowni i instalacji co	397 865	51 668	16,1	20% 79 580 80% 318 285	+ 1 532

Uwaga : dla r = 7 % $q = 1 + 0{,}07 / 12 = 1{,}0058$ m = 120 m-cy

$A = 0{,}00871 \times S$

7.4.3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny , jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku , typuję wariant **1** , obejmujący usprawnienia :

- modernizacja kotłowni i instalacji co
- docieplenie stropodachu budynku głównego , łącznika i części sanitarnej sali gimnastycznej
- wymiana drzwi zewnętrznych
- docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną
- wymiana okien , nawiewniki / wywiewniki higrosterowane
- docieplenie ścian zewnętrznych nadziemia
- modernizacja cwu - kolektory słoneczne
- docieplenie ścian zewnętrznych piwnicy i ścian fundamentowych

Przedsięwzięcie to spełnia następujące warunki ustawowe :

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 42,6 % , czyli powyżej wymaganych 25 %

2. planowany kredyt stanowi nie więcej niż 80 % kosztów modernizacji

3. Środki własne Inwestora wyniosą 272 850 zł , co spełnia wymagania Ustawy i oczekiwania Inwestora

4. Różnica pomiędzy 1 / 12 rocznej oszczędności kosztów ciepła , a miesięczną ratą kredytu i odsetek wynosi 2 057 zł , czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżących oszczędności kosztów ciepła

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace

- ocieplenie ścian zewnętrznych budynków , styropianem o gr. 10 cm , metoda lekka mokra np. w systemie BOLIX , współczynnik przewodzenia λ=0,04 W/mK ,w zakresie robót są obróbki blacharskie , obróbki okien i drzwi , oraz wymiana rynien . Do wykonania 2 269 m2 powierzchni izolowanej . Łączna kwota robót **387 545 zł brutto** .

- ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy nad gruntem i na głębokość ok. 1,5 m poniżej poziomu gruntu , polistyrenem estrudowanym o gr. 8 cm , np. w systemie Organika , współczynnik przewodzenia λ=0,033 W/mK , w zakresie robót wliczono wykonanie warstwy izolacji wilgociowej (hydroizolacja np. Dysperbitem). Do wykonania 303 m2 powierzchni za łączną kwotę **49 905 zł brutto**.

- ocieplenie powierzchni stropu nad ostatnią kondygnacją (od strony strychu) budynku głównego , łącznika i części sanitarnej budynku sportowego , wełną mineralną w matach , o współczynniku przewodzenia λ=0,04 W/mK i grubości 16 cm i położenie paroizolacji . Do wykonania 1 002,0 m2 powierzchni za łączną kwotę **73 350 zł brutto**.

- ocieplenie powierzchni stropu nad ostatnią kondygnacją mieszkalną części budynku (od strony strychu) wełna mineralną w matach , grubości 16 cm i współczynniku przewodzenia λ=0,04 W/mK , położenie paroizolacji . Dodatkowo wykonanie remontu pokrycia powierzchni dachu , oraz wymianę systemu rynien.
  Do wykonania 500,0 m2 powierzchni izolacji i 713 m2 pokrycia dachu za łączną kwotę **75 745 zł** .

- usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi drewnianych i metalowych , na nowe aluminiowe docieplone wkładką termiczną , także przewiduje wymianę drzwi wejściowych głównych , na drzwi o lepszym U = 2,0 W/m^2·K , do wymiany 3 szt. drzwi pojedynczych i 2 szt, drzwi dwuskrzydłowych na łączną kwotę **17 445 zł brutto.**

wymiana okien drewnianych na okna z PCV , U = 1,7 W/m^2·K , a<0,3 , z nawiewnikami automatycznie higrosterowanymi powierzchnia okien po termomodernizacji 477 m2 .
Wstawienie 170 szt. kratek wywiewnych higrosterowanych w kanałach wentylacji grawitacyjnej np.. firmy Areco , Łączny koszt **285 675 zł brutto .**

Modernizacja instalacji cwu , zastosowania 6 kolektorów słonecznych na dachu dla sanitariatów zaplecza sali gimnastycznej i instalacji z podgrzewaczem wspomaganej przez sieć ciepła technologicznego (wentylacji sali gimnastycznej) z kotłowni olejowej
Łączny koszt wykonania instalacji solarnej **76 690 zł brutto** .

Modernizacja kotłowni : wymiana jednego kotła na stojący firmy Buderus , sprzęgło hydrauliczne , naczynie przeponowe , pompy obiegowe , zawory regulacyjne na rozdzielonych obiegach , kominy stalowe , zbiorniki oleju , roboty budowlano – montażowe pomieszczeń i rozruch 145 440 zł .
Wymiana istniejącej instalacji co , wymiana grzejników , zawory termostatyczne grzejnikowe , wymiana rur i izolacji , zawory automatycznej regulacji i regulacja hydrauliczna , koszt 180 680 zł ,
Łączny koszt przedsięwzięcia **397 865 zł brutto .**

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	**1 364 220 zł**
Udział środków własnych Inwestora (20%)	**272 850 zł**
Kredyt bankowy (80%)	**1 091 370 zł**
Przewidywana premia termomodernizacyjna	**272 842,5 zł**
Wielkość raty miesięcznej spłaty kredytu (przy r = 7 %)	**9 506 zł**
Czas zwrotu nakładów SPBT 1 364 220 / 138 756	**9,8 lat**

8.3. Dalsze działania inwestora

1. Złożenie wniosku kredytowego i po pozytywnej weryfikacji audytu , podpisanie umowy kredytowej
2. Wykonanie dokumentacji projektowej dotyczącej zmian technicznych
3. Wyłonienie wykonawcy w drodze przetargu
4. Zawarcie umowy z wykonawcami robót
5. Realizacja robót i odbiór techniczny
6. Realizacja przyznanej premii
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

9.WYLICZANIE EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ ORAZ EFEKTU EKOLOGICZNEGO

Obliczenia emisji zanieczyszczeń wykonano korzystając z materiałów informacyjno – instruktażowych Ministerstwa Ochrony Środowiska , Zasobów Naturalnych i Leśnictwa nr 1/96 „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw" – Załącznik Nr 1 oraz Załącznik Nr 6.

STAN PRZED MODERNIZACJĄ				
RODZAJ OPAŁU	**Zużycie opału [Mg/rok]**	**Substancja**	**Wskaźnik [kg/Mg],**	**Emisja roczna [Mg/rok]**
Olej opałowy Wo = **34,37** MJ/kg Ilość energii wytworzonej **4 829,6 GJ** S=0,5 z.p.=10	Zo = 140,52 Mg/a	SO_2	5,7	0,8001
		NO_x	5,0	0,7026
		Pył	1,8	0,2529
		CO	0,6	0,0843
		CO_2	1650	231,86
STAN PO MODERNIZACJI				
RODZAJ OPAŁU	**Zużycie opału [Mg/rok]**	**Substancja**	**Wskaźnik [kg/Mg],**	**Emisja roczna [Mg/rok]**
Olej opałowy Wo = **34,37** MJ/kg Ilość energii wytworzonej **2 769,9 GJ**	Zo = 80,59 Mg/a	SO_2	5,7	0,4593
		NO_x	5,0	0,4096
		Pył	1,8	0,1451
		CO	0,6	0,0483
		CO_2	1650	132,97

REDUKCJA ZANIECZYSZCZEŃ

Substancja	**Redukcja [Mg/rok]**	**Redukcja o [%]**
SO_2	0,3408	42,6
NO_x	0,2930	42,6
Pył	0,1078	42,6
CO	0,036	42,6
CO_2	98,89	42,6

Załączniki do audytu

1. Załącznik nr 1
   Obliczanie współczynników przenikania przegród
2. Załącznik nr 2
   Obliczanie strumienia powietrza wentylacyjnego
3. Załącznik nr 3
   Określenie sprawności systemu grzewczego
4. Załącznik nr 4
   Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
5. Załącznik nr 5
   Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
6. Załącznik nr 6
   Obliczenia współczynnika sprawności systemu

Załącznik nr 1

Obliczanie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	Typ	Opis warstw	Grubość [m]	λ [W/m^2*K]	R [m^2*k/W]	U W/m^2*K]
1	**ściany zewnętrze**	**-tynk cem – wap** **- mur z cegły pełnej** **- gazobeton** **R_r+R_e**	0,015 0,12 0,24	0,82 0,77 0,30	0,02 0,15 0,8 0,17 **1,64**	**U= 0,61**
2	**ściany zewnętrze piwnicy**	**-tynk cem – wap** **- mur z cegły pełnej** **- gazobeton** **R_r+R_e**	0,015 0,12 0,24	0,82 0,77 0,30	0,02 0,15 0,8 0,17 **1,64**	**U= 0,61**
3	**ściany zewnętrze piwnicy poniżej terenu**	**-tynk cem – wap** **- mur z cegły pełnej** **- gazobeton** **- opór gruntu** **R_r+R_e**	0,015 0,12 0,24	0,82 0,77 0,30	0,02 0,15 0,8 0,5 0,17 **2,14**	**U= 0,46**
4	**stropodach wentylowany szkoły i mieszkań**	**- tynk** **- styropian** **-strop kanałowy** **R_r+R_e**	0,015 0,02	0,82 0,045	0,02 0,50 0,171 0,14 **0,83**	**U= 1,20**
5	**stropodach sali gimnastycznej**	**- gładź cementowa , papa** **- styropian** **- płyty panwiowe** **R_r+R_e**	0,03 0,02 0,05	0,72 0,045 1,0	0,04 0,50 0,05 0,14 **0,73**	**U= 1,37**
6	**Podłoga na gruncie I strefa**	**- gres , gładź cementowa** **- beton** **- styropian** **- opory gruntu**	0,04 0,25 0,05	1,0 1,0 0,045	0,04 0,25 1,10 0,5 **1,90**	**U= 0,52**
7	**Podłoga na gruncie II strefa**	**- gres , gładź cementowa** **- beton** **- styropian** **- opory gruntu**	0,04 0,25 0,05	1,0 1,0 0,045	0,04 0,25 1,10 1,34 **2,74**	**U= 0,36**

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

L.p.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma m^3/h	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	kuchnie	5	70	350
2	łazienki	5	50	250
3	w c	3	30	90
4	szkoła		1 wym/h	7 745
5	sala gimnastyczna		0,5 wym/h	2 647
Ogółem				**11 082 m3/h**

Współczynniki korekcyjne :

c_r =1,10 okna z wadami szczelności
cw = 1,0 budynek na przestrzeni zabudowanej

uwaga: obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego na podstawie Normy PN-83 / B-03430

Załącznik nr 3

Określenie sprawności systemu grzewczego budynku w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

η_w=0,83 dwa kotły olejowe o zróżnicowanej wydajności i stopniu zużycia

2. **Sprawność przesyłania**

η_p = 0,93 stare przewody ze zniszczoną izolacją

3. Sprawność regulacji

$\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2\sqrt{GLR}$

η_{co} = 0,85 brak automatycznych zaworów regulacji podpionowych i termostatów grzejnikowych

η_r = 0,892

4. Sprawność wykorzystania

η_e=0,93 grzejniki w osłonach

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

wt=1,0

6.Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

wt=1,0

$\eta_0 = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$

η_0= 0,83 x 0,93 x 0,892 x 0,93 = **0,640**

Załącznik nr 4

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Wielkości średnie dobowe i średnie godzinowe obliczono w oparciu o normę PN – 92 / B – 01706 „Instalacje wodociągowe wymagania w projektowaniu „ przyjmując wielkości zużycia skorygowane w oparciu o analizę zużycia rzeczywistego.

1. Liczba użytkowników U=189 uczniów i 15 osób w części mieszkalnej
2. Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla użytkownika
   q_c= 0,005 dm^3/d szkoła i q_c= 0,030 dm^3/d mieszkania
3. Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w bud. 189 x 0,005 m3/d = 0,95 ; 15 x 0,030 = 0,45
   $q_d=U*q_c$= 1,4 m^3/d
4. Godzinowe zapotrzebowanie $q_h = q_d/18$ = 0,24 m^3/h
5. Zużycie c.w.u. w roku $V_{cw}=q_d$ * 365 = 355 m^3
6. Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania 1 m^3 wody

   Q_{cwj}= 4,186* 1* (55-10)/10^6 = 0,189 GJ/m^3
7. Max. moc cieplna Q_{cw}= 0,14*0,189*278= 7,35 kW
8. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.

   Q_{cw} = 83,8 GJ
9. Koszt przygotowania c.w.u**.** **O_{cw}= 9 461 zł / a**
10. Koszt zimnej wody 355 m^3* 3,9 zł/m^3 = 1 385 zł
11. Sumaryczny koszt na c.w.u. Or_{cw}= 10 846 zł / a

Załącznik nr 5

wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie w budynku programem AGNES

wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej kW	Zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a
1	191,5	2 041,4
2	195,3	2 073,1
3	195,3	2 073,1
4	225,1	2 328,0
5	242,7	2 486,3
6	262,4	2 664,2
7	264,6	2 682,8
8	303,9	3 037,3
Stan istniejący	303,9	3 037,3

Załącznik nr 6

Obliczanie współczynników η_r i η dla poszczególnych wariantów na podstawie wyników oblicze ń sezonowego zapotrzebowania ciepła						
Wariant	**Suma zysków GJ**	**Suma strat GJ**	$\sqrt{GLR}$	η_{CO}	η_r	η
1	445,2	2442,1	0,4269	0,95	0,957	0,760
2	445,2	2473,8	0,4242	0,95	0,958	0,761
3	445,2	2473,8	0,4242	0,95	0,958	0,761
4	445,2	2728,7	0,4038	0,95	0,960	0,762
5	445,2	2 887,0	0,3926	0,95	0,961	0,763
6	445,2	3064,9	0,3811	0,95	0,962	0,764
7	445,2	3083,5	0,3799	0,95	0,962	0,764
8	445,2	3438,0	0,3598	0,95	0,964	0,766
Stan istniejący	445,2	3438,0	0,3598	0,85	0,892	0,640