

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć
termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121),
wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808)

INWESTOR

Starostwo Powiatowe w Wyszkowie
07-200 Wyszków, al. Róż Nr 2

ADRES BUDYNKU

Bursa Szkolna
07-200 Wyszków,
ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 89a

WYKONAWCA AUDYTU

mgr inż. Grzegorz Kotte
04-407 Warszawa, ul. Konwiskarska Nr 64

WARSZAWA, LISTOPAD 2005r.

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej – Bursa Szkolna. Budynek dwukondygnacyjny z wydzielonym blokiem żywieniowym, częściowo podpiwniczony		1.2 Rok budowy ok. 1970
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe w Wyszku 07-200 Wyszaków, Al. Róż 2 tel./fax (029) 742 42 70 Województwo mazowieckie	1.4 Adres budynku	Bursa Szkolna 07-200 Wyszaków, ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 89a tel./fax (029) 742 34 40 Województwo mazowieckie
2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Grzegorz Kotte, ul. Konwisarska 64, 04-407 Warszawa, REGON 01318557			
3. Imię i nazwisko oraz adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audyt, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Grzegorz Kotte zam. w Warszawie ul. Konwisarska 64; PESEL – 69121000414 Audytor energetyczny (KAPE 13/96), uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej nr od 1243/SPE/Kr/2005 do 1248/SPE/Kr/2005			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
5. Miejscowość: Warszawa		Data wykonania opracowania: listopad 2005 r.	
6. Spis treści:			
1.	Strona tytułowa		Str. 2
2.	Karta audytu energetycznego		Str. 3
3.	Materiały i dane do audytu		Str. 6
4.	Inwentaryzacja techniczna budynku		Str. 7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		Str. 12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		Str. 16
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		Str. 18
8.	Opis optymalnego wariantu		Str. 36
9.	Załączniki		Str. 40

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7 835	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	4 375	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej budynku [m ²]	-	
6.	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 766	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	210	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Węzeł ciepły	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Węzeł ciepły	
11.	Współczynnik A/V [1/m.]	0,56	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m ² K)]		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna	1,118	0,249
2.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,092	0,363
3.	Stropodach wentylowany	1,128	0,211
4.	Stropodach niewentylowany	1,371	0,214
5.	Podłoga na gruncie	0,519	0,519
6.	Okna komorowe dwuszybowe	3,5	1,7
7.	Drzwi wejściowe do budynku (obecnie drewniane pełne)	3,5	1,7
8.	Okna i drzwi z szybami niskoemisyjnymi	1,7	1,7
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	1,0	1,0
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,841	0,934
4.	Sprawność wykorzystania	0,90	0,95

3. Sprawności składowe systemu grzewczego – c.d.			
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
7.	Sprawność całkowita	0,681	0,843
4. Strumień powietrza wentylacyjnego			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Nieszczelności w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne	Rozszczelnienia w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	7 059	4 683
4.	Liczba wymian [1/h]	0,90	0,60
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	201,7	105,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	57,0	57,0
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 322,48	600,34
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 941,97	642,71
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	502,44	502,44
6.	Zamierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

5. Charakterystyka energetyczna budynku – c.d.			
7.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	46,9	21,3
8.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	68,9	22,8
9.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	195,0	64,6
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Cena 1 GJ na ogrzewanie, zł	31,92	31,92
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c, zł	6 162,34	6 162,34
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, zł	9,26	9,26
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u., zł	6 162,34	6 162,34
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej na m-c, zł	-	-
6.	Opłata abonamentowa, zł/m-c	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu, zł	435 551,82	Miesięczna rata kredytu, zł/m-c	4 050,16
Oprocentowanie kredytu, %	8,50	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, %	53,2
Okres kredytowania, lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok	48 601,97
Planowane koszty całkowite, zł	655 765,82	SPBT, rok	13,5

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku użyteczności publicznej, jakim jest Bursa Szkolna w Wyszkanie.

3.2 Cel i zakres opracowania:

Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- 3.2.1 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną,
- 3.2.2 Wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło,
- 3.2.3 Poprawa komfortu użytkowania obiektu,
- 3.2.4 Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania budynku.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- 3.2.5 Audyt powinien określić optymalny sposób ocieplenia ścian zewnętrznych i stropodachu oraz wymiany stolarki okiennej i drzwiowej w budynku, a także modernizacji instalacji c.o. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia,
- 3.2.6 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną.

3.3 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termorenowacji:

Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora, stanowiąca możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony do pokrycia kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 250 000,00 zł.

3.4 Materiały wyjściowe do opracowania:

- 3.4.1 Dokumentacja budynku przekazana do wglądu audytora
- 3.4.2 Informacje od użytkowników budynku oraz materiały zebrane w trakcie wizji lokalnej
- 3.4.3 Bazy danych programów komputerowych AUDYTOR OZC 3.0 i OWER
- 3.4.4 Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

3.5 Załączniki do audytu:

Patrz strona 40.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane techniczne

Budynek został wybudowany i oddany do użytku około roku 1970 jako Bursa przy Szkole Rzemiosła Budowlanego.

Szkoła składa się z dwóch budynków – dydaktycznego i bloku żywieniowego – połączonych łącznikiem.

Budynek bloku żywieniowego oraz łącznik są częściowo podpiwniczone. Na poziomie piwnic znajdują się pomieszczenia magazynowe i gospodarcze.

Podstawowe dane techniczne budynku:

- ilość klatek schodowych:	2
- ilość kondygnacji naziemnych:	3
- wysokość piwnicy:	2,2 m
- wysokość kondygnacji naziemnych:	2,8 m
- kubatura części ogrzewanej:	7 835 m ³
- suma powierzchni ogrzewanej:	2 766 m ²
- powierzchnia netto obiektu:	4 376 m ²
- współczynnik kształtu budynku:	0,56 m ⁻¹

Nad najwyższą kondygnacją budynku znajduje się stropodach.

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna budynku

Plan sytuacyjny budynku został załączony do opracowania.

Pełna dokumentacja techniczna budynku znajduje się w posiadaniu Inwestora.

4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne wykonane z cegły kratówki grubości 38 cm. Mur podokienny z bloczków gazobetonowych. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.

Ściany przylegające do gruntu wykonane z cegły kratówki o grubości 36 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm., po stronie zewnętrznej przegroda jest zaizolowana przed wpływem wilgoci za pomocą lepiku.

Ściany konstrukcyjne bez rażących uszkodzeń. Stwierdzono fragmentaryczne ślady przemarzania ścian zewnętrznych szczytowych. Spękane tynki zewnętrzne.

Cokół otynkowany z licznymi uszkodzeniami. Opaska wokół budynku kwalifikuje się do przekładki i uzupełnienia. Elewacja zewnętrzna z licznymi śladami zacieków, pęknięć i zabrudzeń na całej powierzchni kwalifikuje się do całkowitej naprawy.

W budynku głównym strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm wg KB1-31.5.1 oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych. Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 10 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 2 cm.

Dach dwuspadowy z płyt korytkowych kryty papą asfaltową. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach. Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej i fragmentaryczne uszkodzenia płyt korytkowych można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.

Nad blokiem żywieniowym znajduje się dach z płytek korytkowych, kryty podwójną warstwą papy na lepiku. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 15 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 3 cm. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.

Rynny spustowe z blachy ocynkowanej w dobrym stanie technicznym. Obróbki blacharskie murków ogniowych z blachy ocynkowanej kwalifikują się do naprawy i konserwacji. Rynny i pasy podrynnowe z licznymi śladami korozji kwalifikują się do konserwacji lub naprawy.

Stolarka okienna i drzwiowa

Spośród wszystkich okien znajdujących się w budynku, około 18,4% to okna drewniane skrzynkowe dwuszybowe z luzem wrębowym do 5mm, będące w ogólnie złym stanie technicznym.

Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębianie pomieszczeń.

Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.

Drzwi wejściowe do budynku – poza wejściem głównym – tradycyjne, powodują powstawanie dużych strat ciepła.

Pozostała stolarka okienna i drzwiowa nowa, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, w bardzo dobrym stanie technicznym.

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł grupowy znajdujący się w budynku Bursy, który jest zasilany w ciepło z sieci wodnej wysokoparametrowej PEC Sp. z o.o. w Wyszkowie.

Od 1 listopada 2005 roku koszt zakupu ciepła z uwzględnieniem podatku VAT wynosi:

- opłata stała: 6 162,34 zł/MW/m-c
- opłata zmienna: 31,92 zł/GJ

Roczny koszt ogrzewania budynku zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym	GJ/a	1 941,97
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,2017
Opłata roczna zmienna	zł/rok	61 978,29
Opłata roczna stała	zł/rok	14 915,33
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	76 893,62

Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej dla użytkowników budynku, zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu i z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/a	502,44
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,0570
Opłata roczna zmienna	zł/rok	16 035,47
Opłata roczna stała	zł/rok	4 214,28
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	20 249,75

4e. Charakterystyka systemu grzewczego

Węzeł cieplny wyposażony jest w wymienniki ciepłe typu JAD pracujące na c.o. i przygotowanie c.w.u. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową, brak jest natomiast regulacji temperatury czynnika grzewczego na poszczególnych obiegach.

Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdzielaczem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244.

Grzejniki żeliwne z zaworem odcinającym skośnym oraz przewody rozprzewadzające i gałzki w złym stanie technicznym, czego dowodem są liczne awarie instalacji wewnętrznej – wymagana jest wymiana instalacji wewnętrznej c.o.

Sprawności składowe instalacji c.o. podano w rozdziale 7.3.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło dla budynku wykonano programem Audytor OZC 3.0.

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z dokumentacją projektową)	MW	-
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,2017
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględnienia sprawności systemu	GJ/a	1 322,48
Ogólna sprawność ogrzewania	%	68,1%
Obniżenie nocne	%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu	GJ/a	1 941,97

Rzeczywiste zapotrzebowanie ciepła na c.o. w roku 2004 skorygowane do standardowego sezonu grzewczego wyniosło 1 648 GJ/rok, a więc było niższe od obliczeniowego o 15%.

Przyczyną tej różnicy jest ewidentne niedotrzymanie obliczeniowej ilości wymian powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych, co jest widoczne w postaci pojawiających się śladów wilgoci w pomieszczeniach, oraz zapachu zaduchu.

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w węźle cieplnym w Bursie Szkolnej. Brak jest możliwości opomiarowania ilości c.w.u. zużywanej w budynku szkoły.

Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem. Orurowanie w dobrym stanie technicznym.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową przeprowadzono w Załączniku nr 1 do audytu.

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń sanitarnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne usytuowane w kanałach wywiewnych.

Nawiew powietrza jest realizowany za pomocą naturalnej infiltracji spowodowanej nieszczelnościami w istniejącej stolarce okiennej i drzwiowej.

Opis systemu wentylacji i obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego przedstawiono w Załączniku nr 2 do audytu.

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Charakterystyka węzła cieplnego została przedstawiona w rozdziale 4e i 4f.

4i. Charakterystyka instalacji gazowej i przewodów kominowych (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)

nie dotyczy.

4j. Charakterystyka instalacji elektrycznej (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)

nie dotyczy.

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

W trakcie wizji lokalnej i rozmów z przedstawicielami Zamawiającego stwierdzono co następuje:

5.1 Ocena izolacyjności przegród zewnętrznych budynku

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Ściany zewnętrzne</u></p> <p>Ściany z cegły kratówki grubości 38 cm. Mur podokienny wykonany z bloczków gazobetonowych.</p> <p>Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, na części elewacji widoczne są fragmentaryczne ubytki i spękania.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,118 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem styropianu jako materiału izolacyjnego.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
2.	<p><u>Ściany zewnętrzne przy gruncie</u></p> <p>Ściany z cegły kratówki o grubości 36 cm.</p> <p>Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm, po stronie zewnętrznej przegroda jest zaizolowana przed wpływem wilgoci za pomocą lepiku.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, ale widoczne są ślady przemarzania oraz przenikania wilgoci do budynku, co świadczy o niedostatecznej izolacji termicznej i przeciwwilgociowej przegrody.</p> <p>Opaska wokół łącznika do przełożenia.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,092 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody w łączniku i dawnym pomieszczeniu kotłowni z wykorzystaniem jako materiału izolacyjnego styropianu hydrofobizowanego o obniżonej chłonności wody.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego nie określa minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych przylegających do gruntu.</p> <p>Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określono, że wartość oporu cieplnego ścian stykających się z gruntem dla $t_i > 16 \text{ }^\circ\text{C}$ nie może być niższa niż $R = 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
3.	<p><u>Stropodach w budynku głównym i nad łącznikiem</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm wg KB1-31.5.1 oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych. Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 10 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 2 cm.</p> <p>Dach dwuspadowy z płyt korytkowych kryty papą asfaltową. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej i fragmentaryczne uszkodzenia płyt korytkowych można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,128 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez umieszczenie w przestrzeni stropodachu ekofibru lub granulowanej wełny mineralnej.</p> <p>Równocześnie w celu odtworzenia należytej izolacji przeciwwilgociowej ochraniającej izolację termiczną przed zawilgoceniem, niezbędny jest remont dachu polegający na demontażu istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej, naprawieniu płyt korytkowych oraz zamowaniu otworów służących do umieszczenia w przestrzeni stropodachu izolacji termicznej oraz ułożeniu izolacji przeciwwilgociowej składającej się z papy podkładowej i wierzchniej warstwy papy termozgrzewalnej.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
4.	<p><u>Stropodach nad blokiem żywieniowym</u></p> <p>Stropodach z płyt korytkowych, kryty podwójną warstwą papy na lepiku. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 15 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 3 cm.</p> <p>Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,371 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym, np. Termo-P firmy TERMO-ORGANIKA..</p> <p>Wierzchnią warstwę izolacji przeciwwilgociowej będzie stanowić papa termozgrzewalna.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
5.	<p><u>Stolarka okienna i drzwiowa</u></p> <p>W budynku znajduje się około 18,4% okien drewnianych skrzynkowych dwuszybowych z luzem wrębowym do 5mm, będących w ogólnie złym stanie technicznym.</p> <p>Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębienie pomieszczeń.</p> <p>Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.</p> <p>Drzwi wejściowe do budynku – poza wejściem głównym i dwoma parami drzwi przy sali gimnastycznej – tradycyjne, powodują powstawanie dużych strat ciepła.</p> <p>Pozostała stolarka okienna i drzwiowa nowa, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, w bardzo dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych skrzynkowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną nawiązujące kształtem do istniejących okien.</p> <p>W sypialniach należy zainstalować nawiewniki automatyczne.</p> <p>Istniejące tradycyjne drzwi wejściowe do budynku zastąpić nowymi drzwiami o obniżonym współczynniku przenikania ciepła.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>-</p>		

5.2 Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
6.	<p><u>Węzeł cieplny i instalacja grzewcza c.o.</u></p> <p>Węzeł cieplny wyposażony jest w wymienniki ciepłe typu JAD pracujące na c.o. i przygotowanie c.w.u. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową, brak jest natomiast regulacji temperatury czynnika grzewczego na poszczególnych obiegach.</p> <p>Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdziałem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244.</p> <p>Grzejniki żeliwne z zaworem odcinającym skośnym oraz przewody rozprowadzające i gałazki w złym stanie technicznym, czego dowodem są liczne awarie instalacji wewnętrznej.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, węzeł cieplny i instalacja wewnętrzna c.o. wymagają gruntownej modernizacji.</p> <p>W jej skład powinna wejść:</p> <ul style="list-style-type: none"> - modernizacja węzła ciepłowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach - wymiana grzejników i orurowania instalacji wewnętrznej c.o. w budynku , - montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych.
7.	<p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Brak jest możliwości opomiarowania ilości c.w.u. zużywanej w budynku szkoły.</p> <p>Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Instalacja c.w.u. nie wymaga modernizacji.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>Ze względu na brak poboru ciepłej wody użytkowej w okresie największego nasłonecznienia, nie analizuje się rozwiązania polegającego na zainstalowaniu kolektorów słonecznych.</p>		

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

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zrealizować metodą mokrą lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o obniżonym współczynniku przenikania ciepła ($U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$), np. Termo-$\lambda$ firmy Termo-Organika.</p> <p>W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeża drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.</p> <p>W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.</p>
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku przylegające do gruntu w łączniku i pomieszczeniu dawnej kotłowni	<p>Ściany zewnętrzne przyziemia przylegające do gruntu odkryć na głębokość 120 cm, oczyścić, w razie potrzeby osuszyć, zagruntować emulsją asfaltową oraz ocieplić styropianem hydrofobizowanym o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$, np. Termo-W firmy Termo-Organika.</p> <p>Dodatkowo pomiędzy styropianem, a gruntem ułożyć folię kubełkową.</p> <p>W przypadku stwierdzenia zawilgocenia ścian budynku przylegających do gruntu zaleca się osuszenie ścian zewnętrznych na poziomie przyziemia metodą iniekcji krystalicznej.</p> <p>Dopuszcza się zastosowanie innego sposobu ocieplenia przegrody pod warunkiem uzyskania nie pogorszonych warunków pracy przegrody.</p>
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach w budynku głównym i łącznikiem	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez umieszczenie w przestrzeni stropodachu ekofibru lub granulowanej wełny mineralnej o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Równocześnie w celu odtworzenia należytej izolacji przeciwwilgociowej ochraniającej izolację termiczną przed zawilgoceniem, niezbędny jest remont dachu polegający na:</p> <ul style="list-style-type: none">- demontażu istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej,- naprawieniu płyt korytkowych oraz zamurowaniu otworów służących do umieszczenia w przestrzeni stropodachu izolacji termicznej- ułożeniu izolacji przeciwwilgociowej składającej się z papy podkładowej i wierzchniej warstwy papy termozgrzewalnej. <p>W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.</p>

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach nad blokiem żywieniowym	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$, np. Termo-P firmy Termo-Organika.</p> <p>Niezbędna jest realizacja następujących prac:</p> <ul style="list-style-type: none"> - demontaż istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej wraz z oczyszczeniem i zagruntowaniem podłoża, - wyrównanie ubytków i ewentualne naprawienie wylewki betonowej, - przyklejenie płyt styropianowych klejem na zimno lub lepikiem asfaltowym dostosowanym do kontaktów ze styropianem, - ułożenie izolacji przeciwwilgociowej z pojedynczej warstwy papy termozgrzewalnej. <p>Mocowanie mechaniczne płyt do dachu zgodnie z wymaganiami producenta.</p> <p>W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.</p>
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwiową	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych skrzynkowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną nawiązującą kształtem do istniejących okien.</p> <p>W sypialniach należy zainstalować nawiewniki automatyczne.</p> <p>Istniejące drewniane drzwi wejściowe do budynku zastąpić nowymi drzwiami o obniżonym współczynniku przenikania ciepła.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>
6.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji grzewczej	<p>Należy zrealizować następujące zadania:</p> <ul style="list-style-type: none"> - modernizacja węzła ciepłowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach - wymiana orurowania instalacji wewnętrznej c.o. i grzejników w budynku - montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych
<p>Uwagi:</p> <p>-</p>		

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Dane do obliczeń

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

Symbol	Objaśnienie	Jednostka	Wartość aktualna	Wartość po termomodernizacji
1	2	3	4	5
t_{wo}	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego (uśredniona dla całej kubatury ogrzewanej budynku)	[°C]	+18,0	+18,0
t_{to}	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	[°C]	-20,0	-20,0
Sd	liczba stopniodni	[dzień*K/rok]	3 885	3 885
O_{0z}, O_{1z}	opłata brutto za zużycie 1 GJ określana przez dostawcę ciepła lub koszt produkcji 1 GJ	[zł/GJ]	31,92	31,92
O_{0m}, O_{1m}	opłata brutto za 1MW mocy zamówionej określana przez dostawcę ciepła, lub odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela	[zł/(MW*m-c)]	6 162,34	6 162,34
Ab ₁ , Ab ₂	opłata abonamentowa brutto	[zł/m-c]	-	-

Do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło skorzystano z danych klimatycznych dla stacji aktywności w Warszawie jako znajdującej się najbliższej lokalizacji analizowanego budynku.

Koszt ogrzewania przyjęto na podstawie taryfy dla ciepła Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Wyszkanie obowiązującej od 1 listopada 2005 roku.

7.2.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne budynku				
Powierzchnia łączna: $A = 1\,283,2\text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo- λ Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,032\text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	2,81	3,13	3,44
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,894	3,707	4,019	4,332
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,118	0,270	0,249	0,231
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	481,55	116,19	107,16	99,43
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0545	0,0132	0,0121	0,0113
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	14 719,00	15 082,94	15 394,37
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	152,50	158,60	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	195 688,00	203 515,52	211 343,04
10	SPBT	lata	-	13,29	13,49	13,73
Opis zastosowanej metody: Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian o współczynniku ciepła Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,00\text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 10 cm.						
Wartość N_u przyjęto na podstawie: Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

7.2.2 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne przy gruncie				
Powierzchnia łączna: $A = 67,8 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian hydrofob. Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,06	0,07	0,08
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	1,58	1,84	2,11
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,916	2,495	2,758	3,021
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,092	0,401	0,363	0,331
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	24,85	9,12	8,25	7,53
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0028	0,0010	0,0009	0,0009
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	633,68	668,75	697,71
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/m ²	-	231,80	244,00	256,20
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	15 716,04	16 543,20	17 370,36
10	SPBT	lata	-	24,80	24,74	24,90
<p>Opis zastosowanej metody:</p> <p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian hydrofobizowany.</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 7 cm. Dla wartości ten spełniony jest również wymóg minimalnego współczynnika oporu cieplnego $R \geq 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$.</p>						
<p>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika</p>						

7.2.3 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach nad budynkiem głównym i łącznikiem				
Powierzchnia łączna: $A = 826,2 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: ekofibr Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,052 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,46	3,85	4,23
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,887	4,348	4,733	5,117
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,128	0,230	0,211	0,195
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	312,82	63,78	58,60	54,19
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0354	0,0072	0,0066	0,0061
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	10 522,54	10 691,59	10 835,22
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	87,84	92,72	97,60
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	72 573,41	76 605,26	80 637,12
10	SPBT	lata	-	6,90	7,17	7,44
Opis zastosowanej metody: Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest ekofibr umieszczony w przestrzeni stropodachu, oraz wymiana izolacji wodochronnej górnej części stropodachu na wykonaną z papy termozgrzewalnej. Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 20 cm.						
Wartość N_u przyjęto na podstawie: Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

7.2.4 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach nad blokiem żywieniowym				
Powierzchnia łączna: $A = 442,9 \text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian Termo-P Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,68	3,95	4,21
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,729	4,414	4,677	4,940
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,371	0,227	0,214	0,202
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	103,64	17,13	16,16	15,30
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0117	0,0019	0,0018	0,0017
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	3 616,60	3 648,03	3 676,11
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/m ²	-	158,60	164,70	170,80
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	35 716,72	37 090,44	38 464,16
10	SPBT	lata	-	9,88	10,17	10,46
Opis zastosowanej metody: Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie styropianem o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ oklejonym papą podkładową na welonie szklanym, oraz ułożenie nowej izolacji przeciwwilgociowej z papy termozgrzewalnej. Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 15 cm.						
Wartość N_u przyjęto na podstawie: Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

7.2.5 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stolarka okienna i drzwiowa				
Powierzchnia łączna: $A = 81,0 \text{ m}^2$		<p>SPBT = $N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata], gdzie:</p> <p>N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł]</p> <p>ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]</p>				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna bez nawiewników	Okna z nawiewnikami ręcznymi	Okna z nawiewnikami automatycznymi
1	Współczynnik przenikania, U	W/m ² K	3,50	1,10	1,10	1,10
2	Współczynnik c_r	-	1,30	1,00	0,85	0,70
3	Współczynnik c_w	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	3,50	0,30	0,30	0,30
5	Strumień powietrza wentylacyjnego	m ³ /h	1 600	1 231	1 046	862
6	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	277,94	170,51	149,42	128,33
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0314	0,0193	0,0169	0,0145
8	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	4 328	5 177	6 027
9	Cena jednostkowa wymiany okien	zł/m ²		671,00	744,20	756,40
10	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	54 351,00	60 280,20	61 268,40
11	SPBT	lata	-	12,56	11,64	10,17
<p>Opis zastosowanej metody:</p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na wymianie stolarki okiennej i drzwiowej na niskoemisyjne z szybą zespoloną o współczynniku przenikania $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ i nawiewnikami automatycznymi.</p>						
<p>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, cenniki firm Oknoplast-Kraków i Stolarka Wołomin S.A. oraz analiza cen rynkowych</p>						

7.2.6 Określenie oszczędności energii cieplnej w związku z montażem nawiewników w istniejącej stolarnie okiennej					
Powierzchnia łączna: $A = 358,5 \text{ m}^2$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata], gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]			
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna z nawiewnikami ręcznymi	Okna z nawiewnikami automatycznymi
1	Współczynnik przenikania, U	W/m ² K	1,10	1,10	1,10
2	Współczynnik c_r	-	1,00	0,85	0,70
3	Współczynnik c_w	-	1,00	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	0,30	0,30	0,30
5	Strumień powietrza wentylacyjnego	m ³ /h	5 459	4 640	3 821
6	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	755,90	662,37	568,84
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0855	0,0749	0,0644
8	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	3 767	7 535
9	Cena jednostkowa montażu nawiewnika	zł/m ²		100,00	110,00
10	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	35 850,00	39 435,00
11	SPBT	lata	-	9,52	5,23
<p>Opis zastosowanej metody:</p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na zainstalowaniu nawiewników automatycznych.</p>					
<p>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, cenniki firmy Aereco oraz analiza cen rynkowych</p>					

7.3 Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego
- b) wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania
- c) zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień
- d) wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu grzewczego

7.3.1 Określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego

W stanie istniejącym współczynniki sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego wynoszą:

Pozycja	Opis i/lub informacja ogólna	Symbol	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”
1	2	3	4
Wytwarzanie ciepła	węzeł cieplny	η_w	1,0
Przesyłanie ciepła	przewody c.o. w złym stanie technicznym	η_p	0,90
Regulacja systemu grzewczego	system o dużej bezwładności cieplnej bez zaworów termostatycznych przy elementach grzejnych, z centralną automatyką pogodową	η_r	0,841
Wykorzystanie ciepła	instalacja tradycyjna, grzejniki skorodowane i zamulone	η_a	0,90
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	brak	w_t	1,00
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	brak	w_d	1,00
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	η_o	0,681
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,85
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,280
Uwagi:			
-			

7.3.2 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania

Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznej c.o. wskazuje na konieczność jej modernizacji.

W celu zwiększenia sprawności instalacji wewnętrznej c.o. proponuje się wykonanie następujących działań:

Pozycja	Rodzaj usprawnień termomodernizacyjnych	Symbol	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”	
			przed ociepleniem budynku	po ociepleniu budynku
1	2	3	4	5
Wytwarzanie ciepła	bez zmian	η_w	1,0	1,0
Przesyłanie ciepła	wymiana instalacji wewnętrznej c.o.	η_p	0,95	0,95
Regulacja systemu grzewczego	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	η_r	0,947	0,934
Wykorzystanie ciepła	wymiana grzejników c.o. na członowe aluminiowe	η_a	0,95	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach	w_t	0,95	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	w_d	0,95	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	η_o	0,855	0,843
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,95	0,95
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,280	0,440
Uwagi:				
-				

7.3.3 Określenie kosztów modernizacji systemu grzejnego

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 7.3.2.

Szacunkowe koszty inwestycyjne przedstawiono poniżej. Ceny nie zawierają podatku VAT, ceny rynkowe II kwartał 2005 roku.

LP	Zadanie	Ilość	Materiały	Robocizna i sprzęt	Razem [M + R + S]
-	-	kpl.	zł/kpl.	zł/kpl.	zł
1	2	3	4	5	6
1.	Modernizacja węzła ciepłowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach	1	8 460,00	4 000,00	12 460,00
1.	Wymiana orurowania instalacji wewnętrznej c.o.	161	200,00	200,00	64 400,00
2.	Wymiana grzejników c.o.	161	320,00	80,00	64 400,00
3.	Montaż zaworów przygrzejnikowych termostatycznych i odcinających	161	110,00	30,00	22 540,00
4.	Montaż odpowietrzników automatycznych	40	40,00	20,00	2 400,00
5.	Roboty budowlane poinstalacyjne	1	3 700,00	5 500,00	9 200,00
6.	Projekt modernizacji instalacji c.o.	1	-	6 000,00	6 000,00
-	Razem, bez VAT	-			181 400,00
-	Razem, z VAT	-			221 308,00
Uwaga:					
-					

7.3.4 Określenie efektu finansowego dla modernizacji instalacji grzewczej

Efekt finansowy przedsięwzięcia modernizacji instalacji c.o. określono w sposób następujący:

LP	Opis działania	Jedn.	Stan istniejący	Stan docelowy
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj systemu zasilania	-	Grupowy węzeł cieplny	Grupowy węzeł cieplny
2.	Obliczeniowa moc na c.o., q co	MW	0,2017	0,2017
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. <u>bez</u> uwzględniania sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	1 322,48	1 322,48
4.	Ogólna sprawność systemu, η_o	%	68,1%	85,5%
5.	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	%	100%	95%
6.	Obniżenie tygodniowe	%	100%	95%
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	1 941,97	1 396,49
8.	Roczna opłata zmienna	zł/a	61 978,29	44 569,39
9.	Roczna opłata stała	zł/a	14 915,33	14 915,33
10.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	0,00	0,00
11.	Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]	zł/a	76 893,62	59 484,72
12.	Efekt finansowy	zł/a		17 408,90
13.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł		221 308,00
14.	SPBT [13/12]	lata		12,71

7.4 **Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.**

Nie dotyczy.

7.5 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT (z uwzględnieniem usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania przez przegrody budowlane i ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Montaż nawiewników sterowanych automatycznie	39 435,00	5,23
2	Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm	76 605,26	7,17
3	Ocieplenie stropodachu bloku żywieniowego z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-P o grubości 15 cm	37 090,44	10,17
4	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej w budynku	61 268,40	10,17
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm	203 515,52	13,49
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie warstwą styropianu hydrofobizowanego Termo-W o grubości 7 cm	16 543,20	24,74
-	Razem [od 1 do 6]:	434 457,82	-
Uwaga:			
-			

7.6 Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność systemu grzewczego

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.	221 308,00	12,71
Uwaga:			
-			

7.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.7.1 Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które zostały ustalone na podstawie rosnącej wartości SPBT.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2002 r., każdy z analizowanych wariantów powinien obejmować optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 1	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarni okiennej• Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm• Ocieplenie stropodachu bloku żywieniowego z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-P o grubości 15 cm• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku• Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm• Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie w łączniku i pomieszczeniu byłej kotłowni warstwą styropianu hydrofobizowanego Termo-W o grubości 7 cm
Wariant 2	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarni okiennej• Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm• Ocieplenie stropodachu bloku żywieniowego z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-P o grubości 15 cm• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku• Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 3	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej• Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm• Ocieplenie stropodachu bloku żywieniowego z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-P o grubości 15 cm• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku
Wariant 4	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej• Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm• Ocieplenie stropodachu bloku żywieniowego z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-P o grubości 15 cm
Wariant 5	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej• Ocieplenie stropodachu budynku głównego i łącznika z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm
Wariant 6	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej
Wariant 7	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.
Uwagi: -	

7.7.2. Roczne oszczędności przewidziane do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1

Wielkość roczne oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1 oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_r = (w_{t0} w_{d0} Q_{0co} / \eta_0 + O_{0cw}) O_{0z} - (w_{t1} w_{d1} Q_{1co} / \eta_1 + O_{1cw}) O_{1z} + 12 [(q_{0m} + q_{0cw}) O_{0m} - (q_{1m} + q_{0cw}) O_{1m}] + 12 (Ab_0 - Ab_1) \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

$\eta_0 =$	68,1%	sprawność ogrzewania przed termomodernizacją
$\eta_1 =$	84,3%	sprawność ogrzewania po termomodernizacji
$w_{t0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed termomodernizacją
$w_{d0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed termomodernizacją
$w_{t1} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia po termomodernizacji
$w_{d1} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby po termomodernizacji
$q_{0m} =$	0,2017 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1m} =$	0,1052 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$q_{0cw} =$	0,0570 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1cw} =$	0,0570 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0co} =$	1 322,48 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1co} =$	600,34 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0cw} =$	502,44 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1cw} =$	502,44 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 48\,601,97 \text{ [zł/rok]}$$

Wartość miesięcznych oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wyniesie:

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 4\,050,16 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą $N = 655\,765,82$ zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 655\,765,82 / 48\,601,97 = 13,26 \text{ [lat]},$$

gdzie:

ΔO_r - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/rok

N - planowane koszty robót, zł

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych Wysokość kredytu	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
1	2	3	5	2	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> • Modernizacja węzła i instalacji c.o. • Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku metodą mokrą lekką • Ocieplenie stropodachu budynku głównego, łącznika i bloku żywieniowego • Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej oraz montaż automatycznych nawiewników w istniejących oknach • Ocieplenie ścian budynku przylegających do gruntu w łączniku i pomieszczeniu byłej kotłowni 	655 765,82	53,2	48 601,97	131 153,16 524 612,66	4 050,16 – 4 878,33 = – 828,17

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu $r = 8,50\%$ (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 4\ 878,33 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 524\ 612,66 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_e = 1 - (w_{t1}w_{d1}Q_{1co}/\eta_1 + O_{1cw}) / (w_{t0}w_{d0}Q_{0co}/\eta_0 + O_{0cw})$$

Ponieważ powyższy wariant nie spełnia wymagań Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20 % wartości inwestycji, przeanalizowano go z udziałem własnym Inwestora podwyższonym do kwoty 220 214,00 zł, tj. do 33,6% całkowitej wartości inwestycji.:

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych Wysokość kredytu	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
1	2	3	5	2	6	7
1	Zakres jw.	655 765,82	53,2	48 601,97	220 214,00 435 551,82	4 050,16 – 4 050,16 = 0

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 4\ 050,16 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 435\ 551,82 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Reasumując, analizowany wariant inwestycji spełnia wymagania Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 220 214,00 zł, tj. ok. 33,6% wartości inwestycji.

8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

8.1 Opis robót

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w przedmiotowym budynku ocenia się wariant I obejmujący następujące usprawnienia:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą mokrą lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$ (np. Termo- λ firmy Termo-Organika) o grubości 10 cm.

W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeża drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych przyziemia w łączniku i pomieszczeniu byłej kotłowni warstwą styropianu utwardzonego (np. Termo-W firmy Termo-Organika) o grubości 7 cm.

W ramach prac należy:

- odkryć ściany na głębokość 1,20 m,
- oczyścić i w razie potrzeby osuszyć,
- zagruntować emulsją asfaltową
- ocieplić utwardzonym styropianem
- ułożyć folię kubełkową z PCV pomiędzy styropianem, a gruntem.

Dopuszcza się zastosowanie rozwiązania alternatywnego pod warunkiem nie pogorszenia warunków pracy przegrody.

Rozwiązanie alternatywne należy uzgodnić z audytorem.

3. Ocieplenie stropodachu w budynku głównym i nad łącznikiem poprzez umieszczenie w przestrzeni stropodachu warstwy granulowanej wełny mineralnej lub ekofibru o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$ i grubości 20 cm.

Równocześnie w celu odtworzenia należytej izolacji przeciwwilgociowej ochraniającej izolację termiczną przed zawilgoceniem, niezbędny jest remont dachu polegający na:

- demontażu istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej,
- naprawieniu płyt korytkowych oraz zamurowaniu otworów służących do umieszczenia w przestrzeni stropodachu izolacji termicznej
- ułożenie izolacji przeciwwilgociowej składającej się z papy podkładowej i wierzchniej warstwy papy termozgrzewalnej.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.

4. Należy przewidzieć ocieplenie stropodachu w bloku żywieniowym poprzez z wykorzystaniem jako izolacji termicznej płyty styropianowej termoizolacyjnej jednostronnie oklejonej papą podkładową na welonie szklanym o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ (np. Termo-P firmy Termo-Organika) i grubości 15 cm.

Niezbędna jest realizacja następujących prac:

- demontaż istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej wraz z oczyszczeniem i zagruntowaniem podłoża,
- wyrównanie ubytków i ewentualne naprawienie wylewki betonowej,
- przyklejenie płyt styropianowych klejem na zimno lub lepikiem asfaltowym dostosowanym do kontaktów ze styropianem,
- ułożenie izolacji przeciwwilgociowej z pojedynczej warstwy papy termozgrzewalnej.

Mocowanie mechaniczne płyt do dachu zgodnie z wymaganiami producenta.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie

5. Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej na stolarkę z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ i nawiewnikami automatycznymi.

Montaż nawiewników automatycznych w istniejącej stolarce okiennej – założono montaż dwóch nawiewniki w każdej sypialni.

6. Modernizacja węzła cieplnego i instalacji wewnętrznej c.o.

Należy zrealizować następujące zadania:

- modernizacja węzła cieplowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach,
- wymiana grzejników i orurowania instalacji wewnętrznej c.o.,
- montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.,
- montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych (w głowicę termostatyczną nie będą wyposażone zawory w pomieszczeniach ogólnodostępnych).

8.2 Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia

- 1) Szacunkowy koszt robót wyniesie: 655 765,82 zł (brutto)
- 2) Udział środków własnych: 220 214,00 zł, tj. 33,6% wartości inwestycji
- 3) Kredyt bankowy: 435 551,82 zł, tj. 66,4% wartości inwestycji
- 4) Premia termomodernizacyjna: 108 887,96 zł, tj. 25% wartości kredytu
- 5) Rata miesięczna (przy $r = 8,50\%$): 4 050,16 zł

Zgodnie z Art. 4 Ustawy, premia termomodernizacyjna przysługuje inwestorowi, jeżeli ze zweryfikowanego audytu wynika, że:

- 1) Kredyt udzielony na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekroczy 80% wartości inwestycji, a okres spłaty kredytu pomniejszonego o premię termomodernizacyjną nie przekroczy 10 lat,
- 2) miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki i nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Określenie kryteriów spełnienia warunków Art. 4 Ustawy:

LP	Określenie kryterium	Spełnienie kryterium	Uzasadnienie
1.	Udział kredytu w wartości inwestycji nie większy niż 80%	TAK	Do obliczeń przyjęto udział banku kredytującego na poziomie 66,4%
2.	Okres spłaty kredytu z odsetkami nie powinien przekroczyć 10 lat	TAK	Do obliczeń przyjęto okres kredytowania $m = 120$ miesięcy
3.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki	TAK	Do obliczeń przyjęto miesięczną spłatę kredytu wraz z odsetkami równą racie kapitałowej powiększonej o należne odsetki
4.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	TAK	Miesięczna spłata kredytu wraz z odsetkami jest nie większa od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii

Analizowane przedsięwzięcie spełnia oczekiwania Inwestora, którego zaangażowane środki własne wyniosą nie więcej niż 250 000,00 zł.

8.3 Dalsze działania inwestora.

- 1) Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
- 2) Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
- 3) Realizacja robót i odbiór techniczny.
- 4) Wystąpienie do banku o przekazanie premii termomodernizacyjnej.
- 5) Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy.
- 6) Ocena rezultatów przedsięwzięcia.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik nr 1 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 3 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

Załącznik nr 1

Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Założenia:

Zużycie c.w.u. o temperaturze 55 °C dla hoteli i pensjonatów z ogólnymi natryskami: $q_j = 40 \text{ kg/d.}$

Ilość mieszkańców bursy: $U_j = 200$

Zgodnie z polską normą PN-92/B-01706, średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę oblicza się ze wzoru:

$$q_{d\acute{s}r} = \sum U_j \times q_j = 8\,000 \text{ dm}^3/\text{d}$$

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową oblicza się ze wzoru:

$$q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau = 1\,000,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

$\tau = 8 \text{ h}$ – czas użytkowania instalacji c.w.u.

Moc zamówiona na potrzeby przygotowania c.w.u. będzie równa

$$q_{cwu} = q_{h\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 57,0 \text{ kW}$$

gdzie:

$c_w = 4,187 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ – ciepło właściwe wody

$\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ – gęstość wody

$t_c = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ – temperatura wody ciepłej

$t_z = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ – temperatura wody zimnej

Roczne zapotrzebowanie energii cieplnej do podgrzania c.w.u. wynosi:

$$Q_{cwu} = 300 \times q_{d\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 502,44 \text{ GJ/rok}$$

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Wentylacja grawitacyjna budynku głównego i łącznika:

W budynku głównym znajdują się węzły sanitarne o łącznej kubaturze 330,6 m³

Do obliczeń wentylacji wywiewnej przyjęto $n = 5,0 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza w pomieszczeniach jw., zatem łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z węzłów sanitarnych wyniesie:

$$\Psi_1 = 1\,653 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Równocześnie, zgodnie z polską normą PN-83/B-03430 i zmianą PN-83/B-03430/Az3 z lutego 2000 r., strumień objętości powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń użyteczności publicznej przypadający na jednego użytkownika nie powinien być niższy niż 20 Nm³/h.

Budynek jest wykorzystywany jednocześnie przez $N = 210$ użytkowników, zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić 4 200 Nm³/h.

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, tj. $\Psi_1 = 4\,200 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Wentylacja mechaniczna w węźle kuchennym:

W budynku znajduje się węzeł kuchenny o powierzchni równej $A = 70,7 \text{ m}^2$.

Przyjęto wymianę powietrza w pomieszczeniach jw. równą 90,0 m³/h/m² pomieszczenia, zatem łączny docelowy strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń kuchennych powinien wynosić:

$$\Psi_3 = 114,0 \times 90 = 10\,260 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Obecnie w węźle kuchennym nie ma zainstalowanej wentylacji mechanicznej, wentylacja odbywa się grawitacyjnie z zastosowaniem lokalnych wyciągów i okapów, a szacowana ilość wymian powietrza jest równa $n = 2,0 \text{ h}^{-1}$, co z uwzględnieniem stołówki odpowiada strumieniowi powietrza wentylacyjnego równemu:

$$\Psi_2 = 2\,490 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Ponieważ modernizacja węzła kuchennego nie jest planowana w ramach niniejszego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, do obliczeń przyjęto aktualną wartość strumienia powietrza wywiewnego z pozostawieniem w kotłowni rezerwy na c.t. dla potrzeb węzła kuchennego .

Podsumowanie

Łączna powierzchnia okien i drzwi w budynku szkoły wynosi 439,5 m², z czego 18,4%, tj. 81,0 m² przypada na stolarkę typu „Stolbud” o współczynniku $c_r = 1,3$, zaś pozostałą część – na nowoczesne okna z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku $c_r = 1,0$.

Ilość powietrza wentylacyjnego przed wymianą stolarki okiennej i drzwiowej wynosi:

$$\Psi_0 = (0,184 \times 1,3 + 0,816 \times 1,0) \times (4\,200 + 2\,490) = 7\,059 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Dla porównania, docelowy strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem pełnej wymiany stolarki okiennej i drzwiowej, wyniesie:

$$\Psi_0 = 4\,200 + 2\,490 = 6\,690 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania przed termomodernizacją.

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania
po termomodernizacji.

Załącznik nr 5

Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata