

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

Internat Centrum Kształcenia Praktycznego
07-200 Wyszków,
ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 82a

WYKONAWCA AUDYTU

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

WARSZAWA, LISTOPAD 2005r.

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej – budynek oświatowy (Internat Centrum Kształcenia Praktycznego); trzykondygnacyjny z wydzieloną częścią mieszkalną	1.2 Rok budowy	ok. 1970
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe w Wyszkowie 07-200 Wyszków, Al. Róż 2 tel./fax. (029) 742 42 70 Województwo mazowieckie	1.4 Adres budynku	Internat Centrum Kształcenia Praktycznego 07-200 Wyszków, ul. I Armii Wojska Polskiego Nr 82a tel./fax. (029) 742 48 06 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. 11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		Str. 14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		Str. 15
8.	Opis optymalnego wariantu		Str. 28
9.	Załączniki		Str. 31

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 370	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 875	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej budynku [m ²]	211	
6.	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 064	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	5	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	240	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Grupowy węzeł ciepłny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Grupowy węzeł ciepłny	
11.	Współczynnik A/V [1/m.]	0,44	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m ² K)]		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne ocieplone	0,346	0,346
2.	Ściany zewnętrzne nieocieplane	1,141	0,250
3.	Stropodach wentylowany	1,128	0,219
4.	Podłoga na gruncie	0,519	0,519
5.	Okna i drzwi z szybami niskoemisyjnymi	1,7	1,7
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	100%	100%
2.	Sprawność przesyłu	95,0%	95,0%
3.	Sprawność regulacji	81,4%	92,5%
4.	Sprawność wykorzystania	95,0%	95,0%
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	100%	95,0%
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	95,0%	95,0%
7.	Sprawność całkowita	73,5%	83,8%

4. Strumień powietrza wentylacyjnego			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Mikrowentylacja w stolarce okiennej, kanały wentylacyjne	Mikrowentylacja w stolarce okiennej, kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	5 400	5 400
4.	Liczba wymian [1/h]	0,85	0,85
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	114,3	73,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	20,9	20,9
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	846,58	572,56
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 094,86	616,63
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	221,85	221,85
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)]	36,9	25,0
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)]	47,1	26,9
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)]	133,6	75,3
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	163 789,55	Miesięczna rata kredytu, zł/m-c	1 523,07
Oprocentowanie kredytu, %	8,50	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, %	36,3
Okres kredytowania, lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok	18 276,80
Planowane koszty całkowite, zł	218 387,32	SPBT, rok	11,9

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku użyteczności publicznej, jakim jest Internat Centrum Kształcenia Praktycznego w Wyszkowie.

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 użytkownika obiektu.
- 3.2.4 Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania budynku,
- 3.2.5 Usprawnienia powinny być realizowane przy możliwie najmniejszym zaangażowaniu środków własnych wykonawcy, tzn. przy możliwie największym wykorzystaniu kredytu bankowego.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- 3.2.6 Audyt powinien określić optymalny sposób ocieplenia ścian zewnętrznych i stropodachu, a także modernizacji instalacji c.o. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.

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 65 000,00 zł.

3.4 Materiały wyjściowe do opracowania:

- 3.4.1 Dokumentacja budynku w branży budowlanej przekazana do wglądu audytora
- 3.4.2 Informacje uzyskane od użytkowników budynku 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 31.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane techniczne

Budynek został wybudowany i oddany do użytku około roku 1970 jako Internat Zespołu Szkół Budowlanych.

Internat składa się z części dydaktycznej i mieszkalnej. Budynek nie jest podpiwniczony.

Podstawowe dane techniczne budynku:

- ilość klatek schodowych:	2
- ilość kondygnacji naziemnych:	3
- wysokość kondygnacji naziemnych (w świetle stropów):	2,8 m
- kubatura części ogrzewanej:	6 370 m ³
- suma powierzchni ogrzewanej:	2 275 m ²
- powierzchnia netto obiektu:	2 817 m ²
- współczynnik kształtu budynku:	0,44 m ⁻¹

Nad najwyższą kondygnacją budynku znajduje się stropodach niewentylowany.

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 cegieł silikatowych o grubości 24 cm ocieplone od wewnątrz bloczkami grubości 12 cm z gazobetonu. Filary międzyokienne 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 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.

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.

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

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 wspólny węzeł ciepłowniczy dla Zespołu Szkół nr 2 i Centrum Kształcenia Praktycznego. Węzeł cieplny jest zasilany w ciepło z sieci wodnej wysokoparametrowej Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej 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	1 094,76
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,1143
Opłata roczna zmienna	zł/rok	34 939,57
Opłata roczna stała	zł/rok	8 452,27
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	43 391,84

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	221,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,0209
Opłata roczna zmienna	zł/rok	7 080,37
Opłata roczna stała	zł/rok	1 545,24
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	8 625,61

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.

Z węzła cieplnego do budynku Centrum Kształcenia Praktycznego czynnik grzewczy dostarczany jest siecią przewodów ułożonych w kanale nieprzechodnym w budynku.

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

Grzejniki żeliwne z zaworami odcinającymi skrośnymi.

Przewody rozprowadzające i gałązki w dobrym stanie technicznym.

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	0,1143
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględniania sprawności systemu	GJ/a	846,58
Ogólna sprawność ogrzewania	%	73,5%
Obniżenie nocne	%	95%
Obniżenie tygodniowe	%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu	GJ/a	1 094,76

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa na potrzeby internatu wytwarzana jest w grupowym węźle cieplnym z zasobnikiem c.w.u. o pojemności około 1,5 m³ zlokalizowanym w budynku Zespołu Szkół nr 2 i następnie przesyłana kanałem ciepłowniczym do budynku Internatu.

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 stolarnie 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>Ściany zewnętrzne</p> <p>Ściany z cegieł silikatowych o grubości 24 cm ocieplone od wewnątrz bloczkami grubości 12 cm z gazobetonu. Filary międzyokienne wykonane z cegły kratówki grubości 38 cm. Mur podokienny z bloczków gazobetonowych. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.</p> <p>Ściany budynku głównego internatu od strony południowej i zachodniej, a także części mieszkalnej internatu na wysokości I i II piętra ocieplone styropianem grubości 8 cm.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, na nieocieplonej części elewacji widoczne są fragmentaryczne ubytki i spękania.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania ciepła przez część nieocieplaną przegrody wynosi $U = 1,141 \text{ W/m}^2\text{K}$, zaś przez część ocieploną – $U = 0,346 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć poprawę izolacyjności dotychczas nieocieplonej części przegrody poprzez jej ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem jako materiału izolacyjnego styropianu o obniżonej wartości współczynnika przenikania ciepła.</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> <p>Zgodnie z życzeniem Inwestora nie należy rozpatrywać docieplenia uprzednio ocieplonych części przegrody.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
2.	<p><u>Stropodach</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 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>
3.	<p><u>Stolarka okienna i drzwiowa</u></p> <p>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>Przegroda w dobrym stanie technicznym, spełnia wymagania Ustawy dotyczące współczynnika przenikania ciepła.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>-</p>		

5.2 Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
4.	<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, w dobrym stanie technicznym.</p> <p>Grzejniki żeliwne z zaworami odcinającymi skrośnymi.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja wewnętrzna c.o. wymaga modernizacji.</p> <p>W jej skład powinna wejść:</p> <ul style="list-style-type: none">- montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych- budowa osobnych przewodów zasilających mieszkalną część budynku, co umożliwi obniżenie temperatury w części dydaktycznej budynku w okresie nocnym i dniach wolnych od nauki- modernizacja węzła c.o. w zakresie umożliwiającym realizację powyższego zadania.
5.	<p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w węźle cieplnym w budynku szkoły.</p> <p>Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem.</p> <p>Orurowanie w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja c.w. 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 nieocieplane ściany zewnętrzne	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- λ firmy Termo-Organika. W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeżca drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm. W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez stropodach	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. Niezbędna jest realizacja następujących prac: <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. Mocowanie mechaniczne płyt do dachu zgodnie z wymaganiami producenta. W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.
3.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji grzewczej	Należy zrealizować następujące zadania: <ul style="list-style-type: none"> - montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych - budowa nowych przewodów zasilających część mieszkalną internatu umożliwiającą czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach dydaktycznych oraz odcięcie poszczególnych obiegów grzewczych i spuszczenie wody z pojedynczego obiegu - modernizacja węzła c.o. umożliwiająca realizację zadania jw.
Uwaga: -		

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]	+17,0	+17,0
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 aktynometrycznej 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 Wyszku obowiązującej od 1 listopada 2005 roku.

7.2.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne budynku				
Powierzchnia łączna: $A = 336,4 \text{ m}^2$ 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	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,876	3,689	4,001	4,314
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,141	0,271	0,250	0,232
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	140,86	33,47	30,85	28,62
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0159	0,0038	0,0035	0,0032
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	4 326,70	4 432,00	4 522,04
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	152,50	158,60	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	56 089,50	58 333,08	60 576,66
10	SPBT	lata	-	12,96	13,16	13,40
<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 Termo-λ.</p> <p>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.</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>						

7.2.2 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach				
Powierzchnia łączna: $A = 758,4 \text{ m}^2$ 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	-	0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,42	3,68	3,95
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,887	4,308	4,571	4,834
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,128	0,232	0,219	0,207
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	287,15	59,10	55,70	52,66
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0325	0,0067	0,0063	0,0060
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	9 641,09	9 752,06	9 850,94
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	152,50	158,60	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	115 656,00	120 282,24	124 908,48
10	SPBT	lata	-	12,00	12,33	12,68
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 14 cm.						
Wartość N_u przyjęto na podstawie: Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w II kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych.						

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	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”
1	2
<u>Sprawność wytwarzania ciepła:</u> – węzeł cieplny:	$\eta_w = 1,00$
<u>Sprawność przesyłu ciepła:</u> – przewody c.o. w dobrym stanie technicznym	$\eta_p = 0,95$
<u>Sprawność regulacji systemu grzewczego:</u> – system o dużej bezwładności cieplnej bez zaworów termostatycznych przy elementach grzejnych, z centralną automatyką pogodową	$\eta_r = 0,814$
<u>Sprawność wykorzystania ciepła:</u> – instalacja tradycyjna, grzejniki prawidłowo usytuowane w pomieszczeniu	$\eta_w = 0,95$
<u>Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia:</u> – brak	$w_t = 1,00$
<u>Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby:</u> – obniżenie temperatury realizowane w sposób ręczny	$w_d = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_o = 0,735$
<p>Uwaga: Określenie wartości współczynnika regulacji η_r przed termomodernizacją:</p> $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) * 2 * \sqrt{GLR}$ <p>gdzie: $\eta_{co} = 0,85$ $GLR = 0,385$</p>	

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:

Rodzaj usprawnień termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”
1	2
Wytwarzanie ciepła – bez zmian	$\eta_w = 1,0$
Przesyłanie ciepła – bez zmian	$\eta_p = 0,95$
Regulacja systemu grzewczego – montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	$\eta_r = 0,938 (0,929)$
Wykorzystanie ciepła – bez zmian	$\eta_w = 0,95$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – montaż dodatkowych przewodów do części mieszkalnej internatu, co umożliwi obniżenie temperatury w pomieszczeniach dydaktycznych w okresie tygodnia	$w_t = 0,95$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby – bez zmian	$w_d = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_o = 0,847 (0,838)$
<p>Uwagi:</p> <p>1. Określenie wartości współczynnika regulacji η_r po modernizacji instalacji c.o., przed termomodernizacją:</p> $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) * 2 * \sqrt{GLR} = 0,938$ <p>gdzie: $\eta_{co} = 0,95$; $GLR = 0,385$</p> <p>2. Określenie wartości współczynnika regulacji η_r po modernizacji instalacji c.o. i termomodernizacji:</p> $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) * 2 * \sqrt{GLR} = 0,929$ <p>gdzie: $\eta_{co} = 0,95$; $GLR = 0,505$</p>	

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.	Budowa przewodów zasilających część mieszkalną internatu	1	4 800,00	2 200,00	7 000,00
2.	Modernizacja węzła c.o. umożliwiająca realizację powyższego zadania	1	2 200,00	800,00	3 000,00
2.	Montaż zaworów przygrzejnikowych termostatycznych i odcinających	140	110,00	30,00	19 600,00
3.	Projekt modernizacji instalacji c.o.	1	-	3 000,00	3 000,00
-	Razem, bez VAT	-			32 600,00
-	Razem, z VAT	-			39 772,00
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	0,1143	0,1143
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	846,58	846,58
4.	Ogólna sprawność systemu, η_o	%	73,5%	84,7%
5.	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	%	95%	95%
6.	Obniżenie tygodniowe	%	100%	95%
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	1 094,76	902,54
8.	Roczna opłata zmienna	zł/a	34 939,57	28 804,66
9.	Roczna opłata stała	zł/a	8 452,27	8 452,27
10.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	0,00	0,00
11.	Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]	zł/a	43 391,84	37 256,93
12.	Efekt finansowy	zł/a	6 134,91	
13.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł	39 772,00	
14.	SPBT [13/12]	lata	6,48	

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	Ocieplenie stropodachu z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 14 cm	120 282,24	12,00
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych nieocieplanych w budynku metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm	58 333,08	13,16
-	Razem [od 1 do 2]:	178 615,32	-
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.	39 772,00	6,48
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.• Ocieplenie stropodachu budynku z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 14 cm• Ocieplenie nieocieplanych ścian zewnętrznych w budynku metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm
Wariant 2	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Ocieplenie stropodachu budynku z zastosowaniem warstwy styropianu z jednostronną powłoką bitumiczną (np. Termo-P) o grubości 14 cm
Wariant 3	<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:

$\eta_0 =$	73,5%	sprawność ogrzewania przed termomodernizacją
$\eta_1 =$	83,8%	sprawność ogrzewania po termomodernizacji
$w_{t0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed termomodernizacją
$w_{d0} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed termomodernizacją
$w_{t1} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia po termomodernizacji
$w_{d1} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby po termomodernizacji
$q_{0m} =$	0,1143 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1m} =$	0,0735 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$q_{0cw} =$	0,0209 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1cw} =$	0,0209 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0co} =$	846,58 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1co} =$	572,56 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0cw} =$	221,85 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1cw} =$	221,85 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 18\,276,80 \text{ [zł/rok]}$$

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

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 18\,276,80 / 12 = 1\,523,07 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą $N = 218\,387,32$ zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 218\,387,32 / 18\,276,80 = 11,9 \text{ [lat]},$$

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 wewnętrznej c.o. • Ocieplenie stropodachu budynku • Ocieplenie nieocieplanych ścian zewnętrznych 	218 387,32	36,3	18 276,80	33 684,96 174 709,86	1 523,07 – 1 624,61 = – 101,54

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:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 1\,624,61 \text{ zł}$$

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

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

$S = 174\,709,86$ zł – kwota kredytu

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_e = 1 - (w_{t1}w_{d1}Q_{1co}/\eta_1 + O_{1cw}) / (w_{t0}w_{d0}Q_{0co}/\eta_0 + O_{0cw}) = 36,3\%$$

Powyższy wariant NIE 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 r. (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20 % wartości inwestycji – w związku z powyższym przeanalizowano jego opłacalność przy zwiększonym udziale finansowym Zamawiającego.

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> • Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o. • Ocieplenie stropodachu budynku • Ocieplenie nieocieplanych ścian zewnętrznych 	218 387,32	36,3	18 276,80	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 54 597,77 163 789,55	1 523,07 – 1 523,07 = 0,00

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:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 1 523,07 \text{ zł}$$

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

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

$S = 163 789,55 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Reasumując, powyższy wariant 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 r. (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 25 % 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 dotychczas nieocieplonych ścian zewnętrznych budynku metodą moką 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. Należy przewidzieć ocieplenie stropodachu budynku 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 14 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.

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

Należy zrealizować następujące zadania:

- montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych
- budowa nowych przewodów zasilających część mieszkalną internatu umożliwiających czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach dydaktycznych oraz odcięcie poszczególnych obiegów grzewczych i spuszczenie wody z pojedynczego obiegu
- modernizacja węzła ciepłowniczego w zakresie jw.

8.2 Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia

- 1) Szacunkowy koszt robót wyniesie: 218 387,32 zł (brutto)
- 2) Udział środków własnych: 54 597,77 zł, tj. 25 % wartości inwestycji
- 3) Kredyt bankowy: 163 789,55 zł, tj. 75 % wartości inwestycji
- 4) Premia termomodernizacyjna: 43 677,46 zł, tj. 25% wartości kredytu
- 5) Rata miesięczna (przy $r = 8,50\%$): 1 523,07 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 75%
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 spłaty 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 65 000,00 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. dla pojedynczego użytkownika: $q_{j1} = 10$ kg dla jednej osoby

Ilość użytkowników korzystających z umywalek w ciągu dnia: $U_1 = 240$

Zużycie c.w.u. dla pojedynczego mieszkańca: $q_{j2} = 70$ kg dla jednej osoby

Ilość mieszkańców: $U_2 = 15$

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

$$q_{d\acute{s}r1} = U_1 \times q_{j1} = 2\,400 \text{ dm}^3/\text{d}$$

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

$$q_{h\acute{s}r1} = q_{d\acute{s}r1} / \tau_1 = 300,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

$\tau_1 = 8,0$ h – czas użytkowania instalacji c.w.u.

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

$$q_{d\acute{s}r2} = U_2 \times q_{j2} = 1\,050 \text{ dm}^3/\text{d}$$

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

$$q_{h\acute{s}r2} = q_{d\acute{s}r2} / \tau_2 = 66,7 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

$\tau_2 = 18$ h – czas użytkowania instalacji c.w.u.

Łączne średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. części biurowej i mieszkalnej będzie równe:

$$q_{h\acute{s}r} = \sum q_{h\acute{s}r} = 366,7 \text{ dm}^3/\text{h}$$

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

$$q_{\text{cwu}} = q_{\text{hśr}} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 20,9 \text{ kW}$$

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. w części biurowej wynosi:

$$Q_{\text{cwu1}} = 223 \times q_{\text{dśr1}} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 109,80 \text{ GJ/rok}$$

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

$$Q_{\text{cwu2}} = 365 \times q_{\text{dśr2}} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 89,86 \text{ GJ/rok}$$

Łączne zapotrzebowanie ciepła do podgrzania c.w.u., bez uwzględniania strat związanych ze sprawnością systemu, wynosi:

$$Q_{\text{cwu}} = 199,66 \text{ GJ/rok.}$$

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Do obliczeń ilości powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach szkolnych przyjęto następujące ilości powietrza wentylacyjnego:

- dla sanitariatów i węzłów sanitarnych bez prysznic: $n = 5,0 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza,
- dla samodzielnego mieszkania z kuchnią i łazienką: $V_i = 120,0 \text{ m}^3/\text{h}$,

Wentylacja grawitacyjna budynku głównego:

Na każdej z trzech kondygnacji budynku głównego znajdują się trzy węzły sanitarne o łącznej kubaturze $35,84 \text{ m}^3$.

Łączna kubatura pomieszczeń sanitarnych w budynku wynosi $V = 107,5 \text{ m}^3$. Do obliczeń przyjęto $n = 5,0 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza w pomieszczeniach jw., zatem łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z węzłów sanitarnych wyniesie $\Psi_1 = 538,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dodatkowo, w części mieszkalnej budynku mieści się pięć samodzielnych mieszkań z oddzielną łazienką i kuchnią.

Łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z budynku wyniesie:

$$\Psi_1 = 538 + 5 \times 120 = 1\,138 \text{ m}^3/\text{h}.$$

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 $20 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Budynek jest wykorzystywany jednocześnie przez $N = 240$ użytkowników, zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić $\Psi_{11} = 240 \times 20 = 4\,800 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, tj. $\Psi_1 = 4\,800 + 600 = 5\,400 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

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