

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

Dom Pomocy Społecznej w Brańszczyku
07-221 Brańszczyk, ul. Jana Pawła II Nr 65

WYKONAWCA AUDYTU

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

WARSZAWA, GRUDZIEŃ 2005r.

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej – budynek główny Domu Pomocy Społecznej; trzykondygnacyjny, częściowo podpiwniczony		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	Dom Pomocy Społecznej w Brańszczyku 07-221 Brańszczyk, ul. Jana Pawła II nr 65 tel./fax (029) 679 42 20 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			
<ul style="list-style-type: none"> • Audytor energetyczny (KAPE 13/96) z listy Ministerstwa Transportu i Budownictwa • Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych • Uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej o numerach 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: grudzień 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. 8
5.	Ocena stanu technicznego budynku		Str. 14
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		Str. 19
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		Str. 22
8.	Opis optymalnego wariantu		Str. 38
9.	Załączniki		Str. 40

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	1 do 3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	13 808	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	7 944	
5.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	4 802	
6.	Liczba samodzielnych lokali mieszkalnych	Nie dotyczy	
7.	Liczba pokoi mieszkalnych dla pensjonariuszy	83	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	194 pensjonariuszy + 115 osób personelu	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Centralna instalacja c.w.u. z kotłowni	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Instalacja wodna, pompowa, zasilana z kotłowni gazowo-olejowej wspólnej dla wszystkich budynków na terenie DPS Brańszczyk	
11.	Współczynnik A/V [1/m.]	0,58	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m ² K)]		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna	1,220	0,235
2.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,770	0,770
3.	Strop pod poddaszem nieużytkowym	0,512	0,512
4.	Strop nad piwnicą	1,025	1,025
5.	Podłoga na gruncie	0,667	0,667
6.	Okna komorowe dwuszybowe	3,5	1,7
7.	Drzwi wejściowe do pawilonu	3,5	1,7
8.	Pozostałe okna i drzwi (z szybami niskoemisyjnymi)	1,7	1,7
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłu	0,95	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,865	0,952

3. Sprawności składowe systemu grzewczego – c.d.			
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
7.	Sprawność całkowita	0,687	0,756
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]	14 147	14 004
4.	Liczba wymian [1/h]	1,02	1,01
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	341,1	257,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	110,6	110,6
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 526,64	2 930,13
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	4 876,72	3 682,04
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania i przesyłu) [GJ/rok]	1 846,09	1 582,36
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]	brak osobnego licznika ciepła na budynek	-

5. Charakterystyka energetyczna budynku – c.d.			
7.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	70,9	58,9
8.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	98,0	74,0
9.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	282,1	212,4
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Cena 1 GJ na ogrzewanie, zł	32,69	32,69
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c, zł	15 437,84	15 437,84
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, zł	12,69	11,14
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u., zł	15 437,84	15 437,84
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	361 755,86	Miesięczna rata kredytu, zł/m-c	3 363,94
Oprocentowanie kredytu, %	8,50	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, %	24,6
Okres kredytowania, lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok	71 592,74
Planowane koszty całkowite, zł	452 194,83	SPBT, rok	6,3

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku użyteczności publicznej, jakim jest budynek główny Domu Pomocy Społecznej w Brańszczyku.

3.2 Cel i zakres opracowania:

3.2.1 Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię ciepłą,
- Wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło oraz poprawę komfortu użytkownika obiektu.
- Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania budynku,
- Usprawnienia powinny być realizowane przy możliwie najmniejszym zaangażowaniu środków własnych wykonawcy, tzn. przy możliwie największym wykorzystaniu kredytu bankowego.

3.2.2 Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- Audyt powinien określić optymalny sposób ocieplenia przegród zewnętrznych budynku oraz modernizacji instalacji wewnętrznej c.o. i c.w.u. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.
- Nie należy rozpatrywać przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na ociepleniu stropów pod poddaszem nieużytkowym oraz nad piwnicą nieogrzewaną, a także montażu kolektorów słonecznych do podgrzewu ciepłej wody użytkowej.

3.2.3 Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora, stanowiąca możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony do pokrycia kosztów przedsięwzięcia, wynosi 150 000,00 zł

3.3 Materiały wyjściowe do opracowania:

- Dokumentacja budynku w branży budowlanej przekazana do wglądu audytora
- Informacje uzyskane od użytkowników budynku w trakcie wizji lokalnej
- Bazy danych programów komputerowych AUDYTOR OZC 3.0 i OWER
- Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

3.4 Załączniki do audytu:

- Załącznik nr 1 – Obliczenie kosztów produkcji energii cieplnej w kotłowni gazowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 3 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 6 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Ogólne dane techniczne

Analizowany budynek został wybudowany i oddany do użytku około roku 1970 jako Zakład Dla Przewlekłe Chorych. Około roku 1975 do budynku dobudowano pawilon szpitalny. Obecnie w budynku mieści się Dom Pomocy Społecznej.

Budynek główny Domu Pomocy Społecznej jest połączony z pawilonem za pomocą łącznika.

Budynek jest częściowo podpiwniczony. Na poziomie piwnic mieszczą się pomieszczenia magazynowe i gospodarcze, pralnia oraz kotłownia gazowo-olejowa wyposażona w trzy kotły (w tym jeden kocioł parowy) pracujące na potrzeby technologiczne (kuchnia i pralnia) i socjalno-bytowe (centralne ogrzewanie oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej).

Nad budynkiem znajduje się poddasze nieużytkowe.

Podstawowe dane techniczne budynku:

- | | |
|--|-----------------------|
| • ilość klatek schodowych: | 3 |
| • ilość kondygnacji naziemnych: | 1 – 3 |
| • docelowa ilość użytkowników budynku (pensjonariuszy): | 194 osoby |
| • ilość samodzielnych mieszkań w budynku: | nie dotyczy |
| • ilość pokoi mieszkalnych (o powierzchni do 50 m ²): | 83 szt. |
| • ilość pokoi mieszkalnych (o powierzchni od 50 do 100 m ²): | nie dotyczy |
| • ilość pokoi mieszkalnych (o powierzchni ponad 100 m ²): | nie dotyczy |
| • wysokość piwnicy: | 2,2 – 2,4 m |
| • wysokość kondygnacji naziemnych: | 2,9 m |
| • kubatura części ogrzewanej: | 13 808 m ³ |
| • suma powierzchni ogrzewanej: | 4 802 m ² |
| • powierzchnia netto obiektu: | 7 944 m ² |
| • współczynnik kształtu budynku: | 0,58 m ⁻¹ |

4.2 Uproszczona dokumentacja techniczna budynku

Plan sytuacyjny budynku został załączony do opracowania.

Pełna dokumentacja techniczna budynku znajduje się w posiadaniu Inwestora.

4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1 Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne we wszystkich częściach budynku (budynek główny, pawilon, łącznik) wykonane z cegły dziurawki o grubości 38 cm, fragmentarycznie zaś z bloczków gazobetonowych 07 o grubości 24 cm.

Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.

Ściany przylegające do gruntu wykonane z cegły pełnej o grubości 51 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 żelbetonowy 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 prawdopodobnie podwójna warstwa płyty pilśniowej o łącznej grubości 3,6 cm przykryta wylewką betonową o grubości 5 cm. Na wylewce około roku 1995 ułożono warstwę miękkiej wełny mineralnej o grubości około 10 cm.

Dach dwuspadowy wykonany z blachodachówki oparty na konstrukcji krokwiowej, w dobrym stanie technicznym

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.

4.3.2 Stolarka okienna i drzwiowa

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

Drzwi wejściowe do budynku – poza wejściem do pawilonu szpitalnego – ocieplone, w dobrym stanie technicznym.

Do wymiany kwalifikują się okna w sekretariacie, holu głównym i na stołówce oraz drzwi wejściowe do pawilonu.

Drzwi do pawilonu zaopatrzyć w fotokomórkę, co ułatwi korzystanie osobom poruszającym się na wózkach oraz ograniczy czas otwarcia drzwi, co przyczyni się do zmniejszenia wychładzania się budynku.

4.4 Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla wszystkich budynków znajdujących się na terenie Domu Pomocy Społecznej w Brańszczyku jest wbudowana kotłownia gazowo-olejowa.

Od 1 stycznia 2006 roku koszt produkcji ciepła, z uwzględnieniem podatku VAT, wniesie:

- opłata zmienna: 32,69 zł/GJ
- opłata stała: 15 437,84 zł/MW/m-c
- opłata abonamentowa: 90,00 zł/m-c

Roczny koszt ogrzewania budynku, zgodnie z kalkulacją kosztów produkcji ciepła przedstawioną w Załączniku Nr 1, oraz z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	32,69
Om	zł/MW*m-c	15 437,84
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym	GJ/a	5 133,39
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,3411
Opłata roczna zmienna	zł/rok	167 818,32
Opłata roczna stała	zł/rok	63 190,19
Abonament	zł/rok	1 317,60
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	232 326,11

Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	32,69
Om	zł/MW*m-c	15 437,84
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/a	1 846,09
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,1106
Opłata roczna zmienna	zł/rok	60 351,35
Opłata roczna stała	zł/rok	20 481,71
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	80 833,06

4.5 Charakterystyka systemu grzewczego

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

Grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającymi wyposażonymi w głowice termostatyczne. Stan techniczny grzejników dobry, natomiast zawory i głowice kwalifikują się do wymiany – proponuje się zastosowanie zaworów i głowic o wzmocnionej konstrukcji, odpornej na uderzenia.

Odpowietrzniki automatyczne zainstalowana na pionach c.o. i na wybranych grzejnikach.

Przewody rozprowadzające i gałazki 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	0,3411
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględniania sprawności systemu	GJ/a	3 526,64
Ogólna sprawność ogrzewania	%	68,7%
Obniżenie nocne	%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu	GJ/a	5 133,39

4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w kotłowni w dwóch pojemnościowych wymiennikach ciepła o pojemności 500 dm³ każdy.

Źródłem wody gorącej w sezonie grzewczym są kotły wodne, zaś w okresie letnim – wymiennik para – woda zainstalowany w kotłowni parowej.

W kotłowni zainstalowano pompę cyrkulacyjną bez możliwości sterowania czasowego.

Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem.

Piony i gałazki są izolowane.

Orurowanie w dobrym stanie technicznym.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową przeprowadzono w Załączniku nr 2 do audytu.

4.7 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 3 do audytu.

4.8 Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

W budynku znajduje się kotłownia wodno-parowa zasilana gazem ziemnym wyposażona następujące urządzenia produkujące ciepło:

Dwa kotły wodne żeliwne członowe trójciągowe firmy Remeha, typ OD14B/12 o mocy nominalnej 494 kW każdy, wyposażone w palniki gazowe wentylatorowe typ GZ/S 900 E/F

Jeden kocioł walczakowy wodnorurkowy firmy LOOS typ U-ND 350 o mocy 233 kW i wydajności pary 355 kg/h oraz ciśnieniu nominalnym 0,07 MPa, wyposażony w palnik gazowo-olejowy firmy Weishaupt

Kocioł parowy produkuje parę na potrzeby kuchni i pralni, a w okresie letnim dodatkowo na potrzeby c.w.u. (w tym celu wykorzystuje się wymiennik ciepła para – woda typu JAD).

Kotły wodne produkują wodę gorącą na potrzeby c.o., zaś w sezonie grzewczym dodatkowo na potrzeby przygotowania c.w.u. W okresie letnim kotły wodne nie są uruchamiane.

Spaliny z kotłów usuwane są za pomocą kominów stalowych wykonanych ze stali nierdzewnej o średnicy DN300 (kotły wodne) i DN200 (kocioł parowy) wyprowadzonych w kanałach spalinowych po kotłach węglowych.

Zabezpieczeniem instalacji przed przekroczeniem ciśnienia są zawory bezpieczeństwa usytuowane na kotłach oraz trzy naczynia przeponowe firmy Reflex typ A400.

Brak opomiarowania po stronie wody gorącej i pary oraz wody zimnej zasilającej kotłownię.

Woda do kotłów parowych jest zmiękczana.

Stan techniczny urządzeń i instalacji określa się jako dobry.

W kotłowni zainstalowano dodatkowo instalację paliwa rezerwowego, w skład której wchodzi magazyn oleju lekkiego o pojemności 24 m³, instalacja olejowa oraz rezerwowy palnik do kotła wodnego, ale nigdy nie była ona używana.

Również olej opałowy lekki znajdujący się w magazynie od roku 1995 nie był nigdy wykorzystywany, przez co utracił swoje właściwości i nadaje się do utylizacji.

Świadczy to o nieprawidłowej obsłudze i serwisie zewnętrzną kotłowni, jak również o braku praktycznej możliwości skorzystania z zasilania olejem opałowym w przypadku przerwy w zasilaniu w gaz ziemny.

4.9 Charakterystyka instalacji gazowej i przewodów kominowych

Nie dotyczy (instalacja gazowa i kominowa nie mają wpływu na usprawnienie termomodernizacyjne).

4.10 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy (instalacja elektryczna nie ma wpływu na usprawnienie termomodernizacyjne).

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 mieszane, wykonane głównie z cegły dziurawki o grubości 36 cm, fragmentarycznie zaś z bloczków gazobetonowych klasy 07 o grubości 24 cm.</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 (uśredniona dla całego budynku) wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,220 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody metodą moką lekką z wykorzystaniem jako materiału izolacyjnego styropianu o obniżonym współczynniku przenikania ciepła (np. Termo-λ).</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 ceramicznej pełnej o grubości 51 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 przegrody dobry.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 0,770 \text{ W/m}^2\text{K}$, co odpowiada to sumie oporów przyjmowania i przewodzenia ciepła równej $R = 1,299 \text{ m}^2\text{K/W}$.</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>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określa minimalną wartość oporu cieplnego ścian stykających się z gruntem na odcinku ściany równym 1m licząc od powierzchni terenu temperatury wewnętrznej $4 \text{ }^\circ\text{C} < t_i < 16 \text{ }^\circ\text{C}$, która nie może być niższa niż $R = 0,80 \text{ m}^2\text{K/W}$.</p> <p>W związku z powyższym stwierdza się, że przegroda zewnętrzna posiada wystarczającą wartość izolacyjności cieplnej.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
3.	<p><u>Strop pod poddaszem nieużytkowym</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych.</p> <p>Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi prawdopodobnie warstwa płyty pilśniowej o grubości 3,6 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 5 cm i warstwa miękkiej wełny mineralnej o grubości 10 cm ułożonej na powierzchni stropu.</p> <p>Aktualna grubość dodatkowego docieplenia z wełny mineralnej uśredniona dla całej powierzchni przegrody, uwzględniająca naturalne osiadanie oraz obniżenie grubości związane z powstaniem ciągów komunikacyjnych, wynosi około 6 cm.</p> <p>Dach dwuspadowy z blachodachówki ułożonej na konstrukcji drewnianej.</p> <p>Pokrycie dachowe w dobrym stanie technicznym.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 0,512 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego określa minimalną wartość oporu cieplnego dla stropodachu i stropu pod poddaszem nieużytkowym równą $R = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$.</p> <p>W związku z tym stwierdza się niewystarczającą wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej, ale zgodnie z oświadczeniem przedstawiciela inwestora nie należy rozpatrywać termomodernizacji tej przegrody.</p>
4.	<p><u>Strop nad nieogrzewaną piwnicą</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych.</p> <p>Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi prawdopodobnie warstwa płyty pilśniowej o grubości 3,6 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 5 cm.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,025 \text{ W/m}^2\text{K}$, co odpowiada sumie oporów przyjmowania i przewodzenia ciepła równej $R = 0,976 \text{ m}^2\text{K/W}$.</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 stropu nad nieogrzewaną piwnicą.</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określa minimalną wartość oporu cieplnego stropu nad nieogrzewaną piwnicą, która nie może być niższa niż $R = 0,60 \text{ m}^2\text{K/W}$.</p> <p>W związku z powyższym stwierdza się, że przegroda zewnętrzna posiada wystarczającą wartość izolacyjności cieplnej.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
5.	<p><u>Podłoga na gruncie</u></p> <p>Podłoga masywna na gruncie z izolacją termiczną, jaką stanowią prawdopodobnie dwie warstwy płyt pilśniowych twardych o grubości 1,8 cm każda,</p> <p>Szacunkowa wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 0,667 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej, ale zgodnie z życzeniem Inwestora nie planuje się ocieplenia tej przegrody.</p>
6.	<p><u>Stolarka okienna i drzwiowa</u></p> <p>W budynku głównym w sekretariacie, holu na parterze i stolówce znajdują się okna drewniane skrzynkowe dwuszybowe 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 wyiębianie pomieszczeń.</p> <p>Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.</p> <p>Drzwi wejściowe do pawilonu 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>Ze względu na lokalizację proponuje się zastosowanie okien rozwierno-uchyłnych z szybą niskoemisyjną z możliwością rozszczelniania.</p> <p>Istniejące drzwi wejściowe do budynku pawilonu 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>Uwagi:</p> <p>-</p>		

5.2 Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
7.	<p><u>Kotłownia wbudowana gazowo-olejowa</u></p> <p>W budynku znajduje się kotłownia wodno-parowa zasilana gazem ziemnym wyposażona następujące urządzenia produkujące ciepło:</p> <p>Dwa kotły wodne żeliwne członowe trójciągowe firmy Remeha, typ OD14B/12 o mocy nominalnej 494 kW każdy, wyposażone w palniki gazowe wentylatorowe typ GZ/S 900 E/F</p> <p>Jeden kocioł walczakowy wodnorurkowy firmy LOOS typ U-ND 350 o mocy 233 kW i wydajności pary 355 kg/h oraz ciśnieniu nominalnym 0,07 MPa, wyposażony w palnik gazowo-olejowy firmy Weishaupt</p> <p>Kocioł parowy produkuje parę na potrzeby kuchni i pralni, a w okresie letnim dodatkowo na potrzeby c.w.u. (w tym celu wykorzystuje się wymiennik ciepła para – woda typu JAD).</p> <p>Kotły wodne produkują wodę gorącą na potrzeby c.o., zaś w sezonie grzewczym dodatkowo na potrzeby przygotowania c.w.u. W okresie letnim kotły wodne nie są uruchamiane.</p> <p>Spaliny z kotłów usuwane są za pomocą kominów stalowych wykonanych ze stali nierdzewnej.</p> <p>Zabezpieczeniem instalacji przed przekroczeniem ciśnienia są zawory bezpieczeństwa usytuowane na kotłach oraz trzy naczynia przeponowe firmy Reflex typ A400.</p> <p>Brak opomiarowania po stronie wody gorącej i pary oraz wody zimnej zasilającej kotłownię.</p> <p>Woda do kotłów parowych jest zmiękczana.</p> <p>Stan techniczny urządzeń i instalacji określa się jako dobry.</p> <p>W kotłowni zainstalowano dodatkowo instalację paliwa rezerwowego, w skład której wchodzi magazyn oleju lekkiego o pojemności 24 m³, instalacja olejowa oraz rezerwowy palnik do kotła wodnego, ale jest ona używana okazjonalnie.</p>	<p>Sposób korzystania z instalacji olejowej świadczy o nieprawidłowej obsłudze i serwisie zewnętrzną kotłowni, jak również o braku praktycznej możliwości skorzystania z zasilania olejem opałowym w przypadku braku możliwości zasilania w gaz ziemny.</p> <p>W przypadku podjęcia decyzji o chęci korzystania w przyszłości z oleju opałowego jako paliwa rezerwowego proponuje się podjęcie następujących działań:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zakupić i zainstalować palnik gazowo-olejowy do jednego z kotłów wodnego (istniejący palnik gazowy będzie stanowił rezerwę) • Sprawdzić wykonanie instalacji olejowej na terenie kotłowni wodno-parowej (w tym w szczególności drożność przewodów, sprawność działania odpowietrzników i zaworów zwrotnych, ewentualnie uzupełnić instalację o przewody cyrkulacyjne) • Sprawdzić zgodność wykonania magazynu olejowego z obecnie obowiązującymi przepisami i normami, w tym wentylację magazynu oleju oraz zabezpieczenia przeciwpożarowe • Zutylizować olej opałowy zgromadzony w magazynie oraz oczyścić zbiorniki magazynowe • Zakupiony olej opałowy spalać go nie rzadziej niż raz w roku <p>Alternatywą jest podpisanie stałej umowy z konserwatorem, który będzie wymieniał palnik gazowy na olejowy w przypadku braku zasilania w gaz ziemny.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
8.	<p><u>Instalacja grzewcza c.o.</u></p> <p>Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdziałem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244 zasilana z wbudowanej kotłowni gazowej.</p> <p>Grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającym termostatycznymi (zawory i głowice do wymiany – proponuje się zastosowanie zaworów i głowic o wzmocnionej konstrukcji, odpornej na uderzenia)</p> <p>Przewody rozprowadzające i gałazki w dobrym stanie technicznym.</p> <p>Instalacja c.o. wymieniona w latach 1990 – 1995.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny instalacja wewnętrzna c.o. wymaga modernizacji.</p> <p>W jej skład powinna wejść wymiana istniejących zaworów przygrzejnikowych na nowe zawory z głowicami termostatycznymi zabezpieczonymi przed uszkodzeniami i demontażem.</p>
9.	<p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w kotłowni wbudowanej w dwóch pojemnościowych wymiennikach ciepła o pojemności 500 dm³ każdy.</p> <p>Źródłem wody gorącej w sezonie grzewczym są kotły wodne, zaś w okresie letnim – wymiennik para – woda zainstalowany w kotłowni parowej.</p> <p>W kotłowni zainstalowano pompę cyrkulacyjną bez możliwości sterowania czasowego.</p> <p>Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem.</p> <p>Piony i gałazki są izolowane.</p> <p>Orurowanie w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja c.w. wymaga modernizacji w zakresie montaż pompy cyrkulacyjnej z zegarem, lub czasowego układu sterującego do istniejącego obiegu cyrkulacyjnego.</p>
<p>Uwagi:</p> <p>-</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 ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zrealizować metodą moką 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 ościerza drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.</p> <p>Płyty styropianowe ułożyć z wykorzystaniem łączenia typu pióro-wpust, lub w przypadku użycia dwóch płyt styropianowych – na zakładkę.</p> <p><u>Wymagania dotyczące nanoszenia zaprawy klejowej i mocowania styropianu:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być trwałe, czyste, nośne i wolne od zgorzelin, wykwitów i odspojeń. W zależności od stanu podłoża przeprowadzić czyszczenie i/lub gruntowanie. Przygotowanie podłoża – zgodnie z projektem budowlanym i zaleceniami producenta. • Nanoszenie masy klejowej ręcznie lub maszynowo na ścianę lub płytę styropianową – pacą, pacą zębatą lub maszynowo; przy nanoszeniu na ścianę – klej musi pokrywać > 60% powierzchni płyty, a przy nanoszeniu na płytę – klej musi pokrywać > 40% jej powierzchni. • Kołkowanie zalecane jest, gdy istnieje obawa, że małe powierzchnie nośne w podłożu nie są w pełni nośne, lub gdy czas oczekiwania gotowości płyty do przeszlifowania ma być skrócony – zdarza się to wtedy, gdy klejenie następuje na słabo wchłaniających podłożach. • W przypadku stosowania kołków należy zastosować następujące czynności: <ul style="list-style-type: none"> ▪ płyty przykleić i osadzić kołki termoizolacyjne, ▪ kołki rozmieścić zgodnie z wytycznymi producenta, ▪ powierzchnię kołka zlicować z powierzchnią styropianu, ▪ odczekać do czasu związania kleju, ▪ uskoki pomiędzy płytami izolacyjnymi oszlifować. • Stosować urządzenia pochłaniające pył przy szlifowaniu. Po oszlifowaniu powierzchnię styropianu odkurzyć. • Wszystkie płyty muszą być dociśnięte na całkowity styk – ewentualne ubytki lub otwarte spoiny powinny być zamknięte pianką wypełniającą lub paskami materiału izolacyjnego • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku – c.d.	<p><u>Wykonanie izolacji ścian zewnętrznych – nanoszenie masy klejącej i wykonanie warstwy zbrojącej</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być równe, trwałe, czyste i nośne. Przed użyciem sprawdzić nośność istniejących powłok. Nienośne powłoki usunąć. • W mokrą masę zbrojącą wtopić (wmasować) siatkę z włókna szklanego. Masę przenikającą przez siatkę natychmiast równo wyszpachlować. • Siatka musi być całkowicie okryta masą zbrojącą. • Paski siatki układać na zakład o szerokości nie mniejszej niż 10 cm • Na narożnikach przy otworach okiennych i drzwiowych powstają zwiększone naprężenia, które mogą spowodować powstawanie rys – w celu zapobieżenia zastosować pod podstawowym uzbrojeniem paski siatki ułożone po przekątnej • Na całej wysokości narożników kątowych oraz na całej długości budynku do wysokości 2 m licząc od poziomu terenu zaleca się zastosowanie podwójnej warstwy siatki w celu wzmocnienia warstwy zewnętrznej przed uszkodzeniami – rozwiązanie skonsultować z dostawcą systemu • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C. • Nanoszenie pacą ze stali nierdzewnej lub maszynowo • Warunki składowania: chronić przed mrozem. • Przy temperaturze powyżej 35 °C nie wystawiać na bezpośrednie działanie słońca. <p><u>Wykonanie izolacji ścian zewnętrznych – nanoszenie masy tynkarskiej</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być trwałe, czyste, nośne i wolne od zgorzelin, wykwitów i odspojień. W zależności od stanu podłoża przeprowadzić czyszczenie i/lub gruntowanie. • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C. • Nanoszenie równomierne pacą ze stali nierdzewnej na grubość ziarna lub mechaniczne za pomocą dostępnych urządzeń do nanoszenia tynku drobnoziarnistego • Strukturowanie pacą z utwardzonego tworzywa lub pacą styropianową. • Warunki składowania: chronić przed mrozem.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwiową	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych skrzynkowych zainstalowanych w holu na parterze, sekretariacie i stołówce na niskoemisyjne z szybą zespoloną, nawiązujące kształtem do istniejących okien.</p> <p>Ze względu na funkcję pomieszczeń proponuje się zastosowanie okien rozwierno-uchyłnych z szybą niskoemisyjną z możliwością rozszczelniania.</p> <p>Istniejące drzwi wejściowe do pawilonu zastąpić nowymi drzwiami o obniżonym współczynniku przenikania ciepła otwieranymi za pomocą fotokomórki.</p> <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobataą Techniczną.</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>
3.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji grzewczej	<p>W celu zwiększenia sprawności instalacji grzewczej c.o. należy dokonać wymiany istniejących zaworów przygrzejnikowych na nowe zawory z głowicami termostatycznymi zabezpieczonymi przed odkręceniem i uszkodzeniem.</p> <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobataą Techniczną.</p>
4.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej	<p>W celu zwiększenia sprawności przesyłu w instalacji ciepłej wody użytkowej należy zainstalować nową pompę cyrkulacyjną c.w.u. sterowaną czasowo np. typ WILO-Star-Z 25/2 EM lub DM, ewentualnie układ sterowania czasowego do istniejących pomp cyrkulacyjnych.</p> <p>Pompę typu WILO Z-25 EM z silnikiem jednofazowym można wyposażyć we wtykowy zegar sterowania czasowego typ WILO-S1R-h o stopniu ochrony IP42, zaś pompę typu WILO Z-25 DM z silnikiem trójfazowym w urządzenie sterowania czasowego WILO SK-601 w połączeniu ze stycznikiem przełączającym WILO SK-602.</p> <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobataą Techniczną.</p>

Uwaga:

W dalszej części audytu nie rozpatruje się kwestii niefunkcjonalności instalacji olejowej w kotłowni (do tematu należy powrócić po podjęciu przez dyrekcję DPS decyzji o dalszym korzystaniu z instalacji paliwa rezerwowego)

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
t_{t1}	obliczeniowa temperatura powietrza na poddaszu nieogrzewanym	[°C]	-18,0	-18,0
t_{t2}	obliczeniowa temperatura powietrza w nieogrzewanej piwnicy (piwnica bez okien, z przewodami c.o.)	[°C]	+8,0	+8,0
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]	32,69	32,69
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)]	15 437,84	15 437,84
Ab ₁ , Ab ₂	opłata abonamentowa brutto	[zł/m-c]	109,80	109,80

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 gazu Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. w Warszawie obowiązującej od 1 stycznia 2006 roku, oraz danych dotyczących rzeczywistych kosztów eksploatacyjnych analizowanej kotłowni oraz innych kotłowni gazowych o porównywalnej wielkości.

Kalkulację kosztów produkcji ciepła przedstawiono w Załączniku nr 1.

7.2.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne budynku				
Powierzchnia łączna: $A = 2\,051,9\text{ m}^2$ Materiał izolacyjny: styropian np. 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	-	0,10	0,11	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,13	3,44	3,75
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,820	3,945	4,257	4,570
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,220	0,254	0,235	0,219
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	840,27	174,60	161,79	150,72
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0951	0,0198	0,0183	0,0171
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	35 722,49	36 410,28	37 004,01
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/m ²	-	158,60	164,70	170,80
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	325 431,34	337 947,93	350 464,52
10	SPBT	lata	-	9,11	9,28	9,47
<p><u>Opis zastosowanej metody:</u></p> <p>Zalecany sposób zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian.</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 11 cm.</p>						
<p><u>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</u></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: Stolarka okienna i drzwiowa		
Powierzchnia łączna: $A = 29,5 \text{ m}^2$		<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 z szybą niskoemisyjną
1	Uśredniony współczynnik przenikania dla przegrody, U	W/m ² K	3,50	1,70
2	Współczynnik c_r	-	1,30	1,00
3	Współczynnik c_w	-	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	3,50	0,30
5	Strumień powietrza wentylacyjnego	m ³ /h	637,0	490,0
6	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	107,44	72,82
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0122	0,0082
8	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	1 857,00
9	Cena jednostkowa wymiany okien	zł/m ²		671,00
10	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	19 794,50
11	SPBT	lata	-	10,66
<p><u>Opis zastosowanej metody:</u></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 dla szyby równym $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ i dla całej przegrody równym $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>				
<p><u>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</u></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>				

7.3 Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego
- wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania
- zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień
- 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	kotłownia gazowa z palnikami wentylatorowymi i ciągłą kontrolą procesu spalania	η_w	0,88
Przesyłanie ciepła	przewody c.o. w dobrym stanie technicznym	η_p	0,95
Regulacja systemu grzewczego	system o dużej bezwładności cieplnej bez sprawnych zaworów termostatycznych przy elementach grzejnych, z centralną automatyką pogodową	η_r	0,865
Wykorzystanie ciepła	instalacja tradycyjna, grzejniki usytuowane prawidłowo	η_a	0,95
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	0,687
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,85
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,202
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	0,88	0,88
Przesyłanie ciepła	bez zmian	η_p	0,95	0,95
Regulacja systemu grzewczego	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	η_r	0,955	0,952
Wykorzystanie ciepła	bez zmian	η_a	0,95	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	bez zmian	w_t	1,00	1,00
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	w_d	0,95	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	η_o	0,758	0,756
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,95	0,95
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,202	0,234
Uwagi:				
Budynek jest wykorzystywany przez cały tydzień, stąd też brak możliwości zastosowania obniżenia tygodniowego temperatury.				

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.	Wymiana istniejących zaworów przygrzejnikowych na nowe z głowicą termostatyczną zabezpieczoną przed uszkodzeniem i demontażem	426	130,00	40,00	72 420,00
-	Razem, bez VAT	-			72 420,00
-	Razem, z VAT	-			88 352,40
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	-	Kotłownia gazowa	Kotłownia gazowa
2.	Obliczeniowa moc na c.o., q co	MW	0,3411	0,3411
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	3 526,64	3 526,64
4.	Ogólna sprawność systemu, η_o	%	68,7%	75,8%
5.	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	%	100%	95%
6.	Obniżenie tygodniowe	%	100%	100%
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	5 133,39	4 419,93
8.	Roczna opłata zmienna	zł/a	167 818,32	144 494,23
9.	Roczna opłata stała	zł/a	63 190,19	63 190,19
10.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	1 317,60	1 317,60
11.	Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]	zł/a	232 326,11	209 002,02
12.	Efekt finansowy	zł/a	23 324,09	
13.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł	88 352,40	
14.	SPBT [13/12]	lata	3,79	

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

Niniejszy rozdział obejmuje:

- wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu przygotowania c.w.u.
- zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność instalacji ciepłej wody użytkowej
- wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.

7.4.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu przygotowania c.w.u.

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

W celu zwiększenia sprawności instalacji c.w.u. proponuje się wykonanie następujących działań:

LP	Opis działania	Oczekiwany efekt
1	2	3
1.	Dostawa i montaż nowej pompy cyrkulacyjnej ciepłej wody użytkowej z zegarem (alternatywnie montaż nowego układu sterowania czasowego wyposażonego w zegar do istniejącego układu pompowego w instalacji cyrkulacyjnej c.w.u. w kotłowni)	Zmniejszenie zużycia ciepła poprzez wzrost sprawności przesyłu w instalacji do wartości: $\eta_p = 70\%$
<p>Uwagi: Zgodnie z oświadczeniem Inwestora, nie należy rozpatrywać wariantu modernizacji instalacji c.w.u. polegającej na montażu kolektorów słonecznych</p>		

7.4.2 Określenie kosztów modernizacji instalacji c.w.u.

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punktach 7.4.1

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]
-	-	szt.	zł/szt.	zł/szt.	zł
1	2	3	4	5	6
1.	Dostawa i montaż nowej pompy cyrkulacyjnej ciepłej wody użytkowej z zegarem, lub montaż nowego układu sterowania czasowego wyposażonego w zegar do istniejącego układu pompowego w instalacji cyrkulacyjnej c.w.u. w kotłowni	1	4 550,00	450,00	5 000,00
-	Razem instalacja c.w.u., bez VAT	-			5 000,00
-	Razem instalacja c.w.u., z VAT	-			6 100,00

7.4.3 Określenie efektu finansowego dla modernizacji instalacji c.w.u.

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

LP	Opis działania	Jedn.	Stan istniejący	Stan docelowy
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj systemu zasilania	-	Kotłownia gazowa	Kotłownia gazowa
2.	Obliczeniowa moc na c.w.u., q_{cwu}	MW	0,1106	0,1106
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności instalacji c.w.u., Q_{cwu}	GJ/a	974,73	974,73
4.	Sprawność źródła wykorzystywanego do podgrzania c.w.u., η_k	%	88%	88%
5.	Sprawność układu przesyłu c.w.u., η_p	%	60%	70%
6.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności instalacji, Q_{cwu}	GJ/a	1 846,09	1 582,36
7.	Roczna opłata zmienna	zł/a	60 351,35	51 729,73
8.	Roczna opłata stała	zł/a	20 481,71	20 481,71
9.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	-	-
10.	Łączny koszt ogrzewania [7 + 8 + 9]	zł/a	80 833,06	72 211,44
11.	Efekt finansowy	zł/a		8 621,62
12.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł		6 100,00
13.	SPBT [12/11]	lata		0,71

Uwaga:

Wartość opłaty abonamentowej za gaz ziemny ujęto w koszcie c.o.

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.	Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.	6 100,00	0,71
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych w budynku metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 11 cm	337 947,93	9,28
3.	Częściowa wymiana stolarki okiennej i drzwiowej w budynku	19 794,50	10,66
-	Razem [od 1 do 3]:	363 842,43	-
Uwagi:			
-			

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 wbudowanej kotłowni gazowo-olejowej i instalacji wewnętrznej c.o.	88 352,40	3,79
Uwagi:			
Koszt modernizacji kotłowni nie uwzględnia rozwiązania kwestii związanej z niefunkcjonalnością instalacją olejową, która została przedstawiona w rozdziale 5.2			

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 kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji c.w.u.• Ocieplenie ścian zewnętrznych w budynku metodą mokłą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 11 cm• Częściowa wymiana stolarki okiennej i drzwiowej w budynku
Wariant 2	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji c.w.u.• Ocieplenie ścian zewnętrznych w budynku metodą mokłą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 11 cm
Wariant 3	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji c.w.u.
Wariant 4	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja kotłowni 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:

$\eta_0 =$	68,7%	sprawność ogrzewania przed termomodernizacją
$\eta_1 =$	75,6%	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
$q_{0m} =$	0,3411 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. przed termomodernizacją
$q_{1m} =$	0,2573 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. po termomodernizacji
$q_{0cw} =$	0,1106 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. przed termomodernizacją
$q_{1cw} =$	0,1106 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. po termomodernizacji
$Q_{0co} =$	3 526,64 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. przed termomodernizacją
$Q_{1co} =$	2 930,13 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. po termomodernizacji
$Q_{0cw} =$	1 846,09 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. przed termomodernizacją
$Q_{1cw} =$	1 582,36 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. po termomodernizacji

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 71 592,74 \text{ [zł/rok]}$$

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

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 5 966,06 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą $N = 452\,194,83$ zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 452\,194,83 / 71\,592,74 = 6,3 \text{ [lat]},$$

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	Efekt energetyczny	Efekt ekonomiczny	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki
					Wysokość kredytu	
-	-	[zł]	[%]	[zł/rok]	[zł]	[zł/m-c]
1	2	3	4	5	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> • Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o. • Modernizacja instalacji c.w.u. • Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku mokrą lekką • Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej 	452 194,83	24,6%	71 592,74	90 438,97 361 755,86	5 966,06 – 3 363,94 = 2 602,12

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:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 3\,363,94 \text{ zł}$$

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

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

$S = 361\,755,86$ zł – kwota kredytu

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

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

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 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20 % 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 budynku 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 11 cm.**

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

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.

2. **Wymiana 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 – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.**

Proponuje się zastosowanie okien rozwierno-uchylnych z szybą niskoemisyjną z możliwością rozszczelniania. Równocześnie w drzwiach do pawilonu należy zastosować drzwi otwierane z wykorzystaniem fotokomórki.

3. **Modernizacja kotłowni oraz instalacji wewnętrznej c.o.**

W ramach prac należy wykonać wymianę istniejących zaworów przygrzejnikowych na nowe z głowicami termostatycznymi zabezpieczonymi przed uszkodzeniem i demontażem.

4. **Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.**

W ramach prac należy wykonać wymianę istniejących pomp cyrkulacyjnych c.w.u. na nowe sterowane zegarem lub zainstalować układ czasowego wyłączania istniejących pomp cyrkulacyjnych.

Szczegółowy opis sposobu prowadzenia prac wchodzących w skład wariantu Nr I przedstawiono w rozdziale 6 Audytu.

8.2 Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia

- Szacunkowy koszt robót wyniesie: 452 194,83 zł (brutto)
- Udział środków własnych: 90 438,97 zł, tj. 20% wartości inwestycji
- Kredyt bankowy: 361 755,86 zł, tj. 80% wartości inwestycji
- Premia termomodernizacyjna: 90 438,97 zł, tj. 25% wartości kredytu
- Rata miesięczna (przy $r = 8,50\%$): 3 363,94 zł

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

- kredyt udzielony na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekroczy 80% wartości inwestycji, a okres spłaty kredytu pomniejszonego o premię termomodernizacyjną nie przekroczy 10 lat,
- 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 80%
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 150 000,00 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) Ewentualna zmiana umowy z dostawcą paliwa gazowego w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy.
- 6) Ocena rezultatów przedsięwzięcia.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik nr 1 – Obliczenie kosztów produkcji energii cieplnej w kotłowni gazowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 3 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 6 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

Załącznik Nr 1 – Określenie kosztów produkcji energii cieplnej w kotłowni gazowej

Pozycja	Jednostka	Wartość
1	2	3
1. Oplata za paliwo wg taryfy W-6		
Oplata za paliwo gazowe	zł/Nm ³	0,6543
Oplata przesyłowa stała	zł/(Nm ³ /h)/h	0,0412
Oplata przesyłowa zmienna (lato)	zł/Nm ³	0,1789
Oplata przesyłowa zmienna (zima)	zł/Nm ³	0,2519
Oplata przesyłowa zmienna (średnio)	zł/Nm ³	0,2373
Oplata zmienna razem	zł/Nm ³	0,8916
Wartość opałowa gazu ziemnego GZ-50	MJ/Nm ³	35,00
Oplata zmienna za ciepło netto	zł/GJ	25,47
Oplata zmienna za ciepło brutto	zł/GJ	31,08
Ilość godzin użytkowania kotłowni w roku	h/a	8 760
Moc zamówiona w gazie	Nm ³ /h	130
Strumień energii cieplnej odpowiadający mocy zamówionej w gazie	MW	1,2639
Oplata stała roczna netto za gaz (bez abonamentu)	zł/a	46 918,56
Oplata stała roczna netto za energię	zł/MW/a	37 122,38
Oplata stała roczna brutto za energię	zł/MW/a	45 289,30
Oplata miesięczna netto za energię	zł/MW/m-c	3 093,53
Oplata miesięczna brutto za energię	zł/MW/m-c	3 774,11
2. Dodatkowe koszty zmienne:		
Koszt energii elektrycznej do napędu urządzeń (szac.)	zł/rok	8 000,00
Koszt emisji zanieczyszczeń do atmosfery	zł/rok	800,00
Koszty uzdatniania wody	zł/rok	600,00
Koszt materiałów szybkozużywających się	zł/rok	2 000,00
Razem netto:	zł/rok	11 400,00
Razem brutto:	zł/rok	13 908,00
Dodatkowa opłata zmienna:	zł/GJ	1,61

Pozycja	Jednostka	Wartość
1	2	3
3. Dodatkowe koszty stałe:		
Przeeglądy i konserwacje:	zł/rok	5 000,00
Amortyzacja:	zł/rok	50 000,00
Obsługa (przyjęto całodobowy nadzór nad kotłownią, co odpowiada 5 etatom obsługi)	zł/rok	90 000,00
Razem netto:	zł/rok	145 000,00
Razem brutto:	zł/rok	176 900,00
Dodatkowa opłata stała:	zł/MW*rok	139 964,84
4. Razem		
Razem opłata zmienna (brutto)	zł/GJ	32,69
Razem opłata stała (brutto)	zł/MW*rok	185 254,14
Abonament (brutto):	zł/m-c	109,80

Załącznik Nr 2 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Założenia:

Zużycie c.w.u. dla jednego pensjonariusza wynosi: $q_j = 120 \text{ kg/dobę}$

Ilość pensjonariuszy: $U = 194 \text{ osoby}$

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

$$q_{d\text{sr}} = U \times q_j = 23\,238 \text{ dm}^3/\text{d}$$

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

$$q_{h\text{sr}} = q_{d\text{sr}} / \tau = 1\,940,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

$\tau = 12,0 \text{ h}$ – czas użytkowania instalacji c.w.u.

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

$$Q_{\text{c.w.u.}} = q_{h\text{sr}} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 110,6 \text{ kW}$$

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., bez uwzględnienia strat ciepła wynikających z cyrkulacji wody w instalacji c.w.u., wynosi:

$$Q_{\text{c.w.u. o}} = 365 \times q_{d\text{sr}} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 974,73 \text{ GJ/rok}$$

Roczne zapotrzebowanie energii cieplnej do podgrzania c.w.u., z uwzględnieniem sprawności produkcji i strat przesyłu, wynosi:

$$Q_{\text{c.w.u.}} = Q_{\text{c.w.u. o}} / (\eta_k \times \eta_k) = 974,73 / (0,6 \times 0,88) = 1\,846,09 \text{ GJ/rok}$$

Załącznik Nr 3 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Węzły sanitarne

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku *Ogrzewanie, Klimatyzacja Recknagel H. i inni, EWF E Gdańsk 1994*, tablica 365-1, ilość powietrza wentylacyjnego w ustępie (zastosowano analogię do szpitala) powinna wynieść 60 m³/h na każdą kabinę, zaś dla kabin kąpielowych – 100 m³/h na każde pomieszczenie.

W budynku głównym w jego najstarszej części znajduje się sześć węzłów sanitarnych wyposażonych łącznie w 23 kabiny ustępowe i 8 kabin łazienkowych wyposażonych w wannę z prysznicem.

W części dobudowanej z dźwigiem łózkowym znajdują się trzy węzły sanitarne wyposażone w 15 kabin ustępowych i 6 kabin łazienkowych o wyposażeniu j.w., zaś w pawilonie – trzy węzły sanitarne, wyposażone łącznie w 12 kabin ustępowych i 6 kabin łazienkowych.

Łącznie w budynku znajduje się 50 kabin ustępowych i 20 kabin łazienkowych.

Strumień powietrza usuwanego z sanitariatów wynosi 5 000 m³/h.

Dodatkowo, w budynku znajdują się 83 pokoje wyposażone w węzeł sanitarny składający się z umywalki.

Łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń wyposażonych w umywalki wyniesie 4 150 m³/h.

Łączny strumień powietrza usuwanego z węzłów sanitarnych wyniesie:

$$\Psi_1 = 5\,000 + 4\,150 = 9\,150 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wentylacja kuchni

Powierzchnia kuchni wraz ze zmywalniami wynosi $A = 68,2 \text{ m}^2$.

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku *Ogrzewanie, Klimatyzacja Recknagel H. i inni, EWF E Gdańsk 1994*, tablica 361-1, strumień powietrza wywiewanego z kuchni głównej w domu pomocy społecznej wynosi:

$$\Psi_2 = 68,2 \text{ m}^2 \times 60,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2 = 4\,092 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wentylacja pralni i suszalni

Kubatura pralni i suszalni wynosi $V = 152,4 \text{ m}^3$.

Przyjęto ilość powietrza wentylacyjnego odpowiadającą ilości $n = 5 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza w pomieszczeniu, tj. :

$$\Psi_3 = 762 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podsumowanie

Łączny obliczeniowy strumień powietrza wywiewanego z budynku wynosi:

$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2 + \Psi_3 = 9\,150 + 4\,092 + 762 = 14\,004 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 $N = 309$ użytkowników (194 pensjonariuszy i 115 pracowników), zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić nie mniej niż:

$$\Psi = 309 \times 20 = 6\,180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, tj. $\Psi = 14\,004 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Łączna powierzchnia okien i drzwi w budynku szkoły wynosi $877,0 \text{ m}^2$, z czego 3,4%, tj. $29,5 \text{ m}^2$ przypada na stolarkę typu „Stolbud” o współczynniku $c_r = 1,3$, zaś pozostałą część – na nowoczesne okna z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku $c_r = 1,0$.

W związku z tym ilość powietrza wentylacyjnego przed wymianą stolarki okiennej i drzwiowej wynosi:

$$\Psi_0 = (0,035 \times 1,3 + 0,965 \times 1,0) \times 14\,004 = 14\,147 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Załącznik Nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania przed termomodernizacją.

Załącznik Nr 5 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania po termomodernizacji.

Załącznik Nr 6 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata