

## **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

Zespół Szkół w Zabrodziu  
07-230 Zabrodzie, ul. Reymonta 47

WYKONAWCA AUDYTU

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

**WARSZAWA, STYCZEŃ 2006r.**

## 1. Strona tytułowa

| 1. Dane identyfikacyjne budynku   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 1.1 Rodzaj budynku  | Obiekt użyteczności publicznej – budynek dydaktyczny; dwukondygnacyjny, z poddaszem użytkowym                       |  | 1.2 Rok budowy<br>ok. 1990  |
| 1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)  | Starostwo Powiatowe w Wyszkowie<br>07-200 Wyszków, Al. Róż 2<br>tel./fax (029) 742 42 70<br>Województwo mazowieckie | 1.4 Adres budynku                                  | Zespół Szkół w Zabrodziu<br>07-230 Zabrodzie,<br>ul. Reymonta 47<br>tel./fax (029) 753 13 90<br>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"><li>• Audytor energetyczny (KAPE 13/96) z listy Ministerstwa Transportu i Budownictwa, członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych</li><li>• Uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej o numerach od 1243/SPE/Kr/2005 do 1248/SPE/Kr/2005.</li></ul> |   |  |   |
| 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. Miejsowość: Warszawa   |   | Data wykonania opracowania: styczeń 2006 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. 18   |
| 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 2   |                           |
| 3.   | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]       | 5 872  |                           |
| 4.   | Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]       | 4 188  |                           |
| 5.   | Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]    | 1 926  |                           |
| 6.   | Liczba lokali mieszkalnych                         | Nie dotyczy  |                           |
| 7.   | Liczba osób użytkujących budynek                   | 140  |                           |
| 8.   | Sposób przygotowania ciepłej wody                  | Centralna instalacja c.w.u. z kotłowni                 |                           |
| 9.   | Rodzaj systemu ogrzewania budynku                  | Instalacja wodna, pompowa, zasilana z kotłowni gazowej |                           |
| 10.  | Współczynnik A/V [1/m.]                            | 0,71   |                           |
| 11.  | Inne dane charakteryzujące budynek                 | -  |                           |
| 2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m <sup>2</sup> K)] |  | Stan istniejący  | Stan po termomodernizacji |
| 1.   | Ściana zewnętrzna w budynku głównym                | 0,593  | 0,593                     |
| 2.   | Ściana zewnętrzna szczytowa sali gimnastycznej     | 0,462  | 0,462                     |
| 3.   | Ściana zewnętrzna osłonowa sali gimnastycznej      | 0,478  | 0,478                     |
| 4.   | Ściana zewnętrzna łącznika                         | 0,344  | 0,344                     |
| 5.   | Strop pod poddaszem nieużytkowym w budynku głównym | 1,817  | 1,817                     |
| 6.   | Stropodach wentylowany                             | 0,260  | 0,260                     |
| 7.   | Strop nad przejazdem                               | 0,231  | 0,231                     |
| 8.   | Podłoga na gruncie                                 | 0,416  | 0,416                     |
| 9.   | Okna w stolarce drewnianej                         | 2,50   | 2,50                      |
| 10.  | Pozostałe okna i drzwi (z szybami niskoemisyjnymi) | 1,70   | 1,70                      |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego  |  |  |                           |
| 1.   | Sprawność wytwarzania                              | 0,88   | 0,88                      |
| 2.   | Sprawność przesyłu                                 | 0,95   | 0,95                      |
| 3.   | Sprawność regulacji                                | 0,945  | 0,928                     |
| 4.   | Sprawność wykorzystania                            | 0,94   | 0,95                      |

| <b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego – c.d.</b> |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 5.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia   | 1,00  | 1,00   |
| 6.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby   | 0,95  | 0,95   |
| 7.  | Sprawność całkowita   | 0,743   | 0,737  |
| <b>4. Strumień powietrza wentylacyjnego</b>             |   |   |  |
| 1.  | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)  | Wentylacja grawitacyjna                                 | Wentylacja grawitacyjna                                  |
| 2.  | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza  | Nieszczelności w stolarce okiennej, kanały wentylacyjne | Rozszczelnienia w stolarce okiennej, kanały wentylacyjne |
| 3.  | Strumień powietrza wentylacyjnego<br>[m <sup>3</sup> /h]  | 6 565   | 5 458  |
| 4.  | Liczba wymian<br>[1/h]  | 1,12  | 0,93   |
| <b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>          |   |   |  |
| 1.  | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego<br>[kW]   | 0,1354  | 0,0932   |
| 2.  | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u.<br>[kW]  | 0,0081  | 0,0081   |
| 3.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)<br>[GJ/rok]  | 1 075,50  | 499,23   |
| 4.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)<br>[GJ/rok]   | 1 272,46  | 595,44   |
| 5.  | Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania i przesyłu)<br>[GJ/rok]   | 78,16   | 66,99  |
| 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)<br>[GJ/rok] | 1 129,15  | -  |

| 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<br>[kWh/(m <sup>3</sup> rok)] | 50,9                                       | 23,6                      |
| 8.  | Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu<br>[kWh/(m <sup>3</sup> rok)]  | 60,2                                       | 28,1                      |
| 9.  | Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu<br>[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]  | 183,5                                      | 85,9                      |
| 6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)                           |   | Stan istniejący                            | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Cena 1 GJ na ogrzewanie, zł   | 37,28                                      | 37,28                     |
| 2.  | Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c, zł  | 11 113,14                                  | 11 113,14                 |
| 3.  | Opłata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> wody użytkowej, zł   | 13,05                                      | 13,05                     |
| 4.  | Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u., zł  | 11 113,14                                  | 11 113,14                 |
| 5.  | Opłata za ogrzanie 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej na m-c, zł   | -  | -                         |
| 6.  | Opłata abonamentowa, zł/m-c   | -  | -                         |
| 7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego |   |  |                           |
| Planowana suma kredytu, zł  | 234 333,22  | Miesięczna rata kredytu, zł/m-c            | 2 179,05                  |
| Oprocentowanie kredytu, %   | 8,50  | Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, % | 51,0                      |
| Okres kredytowania, lata  | 10  | Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok | 31 280,90                 |
| Planowane koszty całkowite, zł  | 292 916,52  | SPBT, rok                                  | 9,36                      |

### **3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych**

#### **3.1 Podstawa merytoryczna:**

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku użyteczności publicznej, jakim jest budynek Zespołu Szkół w Zabrodziu.

#### **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 stropu nad najwyższą kondygnacją w budynku dydaktycznym oraz wymiany okien, a także modernizacji instalacji wewnętrznej c.o. i c.w.u. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.
- Nie należy rozpatrywać przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na ociepleniu ścian zewnętrznych, 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 80 000,00 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

Budynek dydaktyczny szkoły został wybudowany i oddany do użytku w roku 1995 z przeznaczeniem na Zasadniczą Szkołę Rolniczą. Obecnie w budynku funkcjonuje Zespół Szkół.

W roku 2001 oddano do użytku budynek sali gimnastycznej z łącznikiem.

Budynek nie jest podpiwniczony.

Nad budynkiem znajduje się poddasze nieużytkowe.

Podstawowe dane techniczne budynku:

- ilość klatek schodowych: 1
- ilość kondygnacji naziemnych: 1 – 2
- ilość użytkowników budynku: 140 osób
- ilość samodzielnych mieszkań w budynku: nie dotyczy
- wysokość kondygnacji naziemnych: 3,3 m
- kubatura części ogrzewanej: 5 872 m<sup>3</sup>
- suma powierzchni ogrzewalnej: 1 926 m<sup>2</sup>
- powierzchnia netto obiektu: 4 188 m<sup>2</sup>
- współczynnik kształtu budynku: 0,71 m<sup>-1</sup>

### 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

##### *Budynek główny*

Budynek szkoły wykonany jest w technologii murowanej.

Ściany zewnętrzne w budynku dydaktycznym zbudowane z pustaków typu MAX grubości 40 cm ze szczeliną wypełnioną styropianem grubości 3 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm. Ściany zewnętrzne pokryte są sidingiem.

W budynku głównym strop żelbetowy prefabrykowany z płyt wielokanałowych typu „Żerań”.



Dach budynku głównego dwuspadowy wykonany z blachy trapezowej oparty na konstrukcji krokwiowej, w złym stanie technicznym. Widoczne liczne przecieki powodujące niszczenie posadzki i zalewanie pomieszczeń znajdujących się na piętrze.

Brak izolacji termicznej stropu nad najwyższą kondygnacją.

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.

#### *Sala gimnastyczna z zapleczem*

Sala gimnastyczna typowa, wykonana w technologii tradycyjnej.

Konstrukcja półszkieletowa o poprzecznym układzie ścian nośnych i rozpiętości traktów wynoszącej 3,0 m i 6,0 m.

Ściany zewnętrzne szczytowe wykonane z bloczków z betonu komórkowego M700 o grubości 49 cm na zaprawie marki „50”.

Ściany zewnętrzne podłużne szkieletowe.

Słupy żelbetowe ocieplone bloczkami z betonu komórkowego M700 o grubości 24 cm na zaprawie marki „50”.

Ściany osłonowe warstwowe z bloczków z betonu komórkowego grubości 24 cm i 12 cm ze szczeliną wypełnioną styropianem grubości 2 cm.

Sala gimnastyczna przykryta jest dachem z płyt korytkowych ocieplonych styropianem o grubości 18 cm.

Nad zapleczem stropodach wentylowany ocieplony wełną mineralną grubości 18 cm.

#### *Łącznik*

Budynek w technologii tradycyjnej.

Posadowienie na gruncie, ściany murowane, stropodach wentylowany.

Ściany zewnętrzne grubości 42 cm (gazobeton grubości 24 cm na zaprawie cementowo-wapiennej, styropian 5 cm, pustka powietrzna 1 cm, gazobeton grubości 12 cm).

Stropy prefabrykowane żelbetowe z płyt kanałowych grubości 24 cm.

Dach nad najwyższą kondygnacją kryty blachodachówką ułożoną na konstrukcji krokwiowo-płatwiowej.

Izolacja termiczna:

- w przestrzeni stropodachu: wełna mineralna 18 cm,
- w podłodze (część napowietrzna): styropian 15 cm

#### 4.3.2 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku głównym stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym spowodowanym brakiem należytej konserwacji.

Zaobserwowano liczne nieszczelności w stolarnie okiennej powodujące wychładzanie pomieszczeń i niekontrolowany napływ powietrza do pomieszczeń.

Do obliczeń przyjęto współczynnika przenikania ciepła równy  $U = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Stolarka drzwiowa w dobrym stanie technicznym.

W sali gimnastycznej i łączniku stolarka okienna z PCV w dobrym stanie technicznym.

Dla stolarki okiennej w sali gimnastycznej i łączniku oraz dla stolarki drzwiowej przyjęto do obliczeń współczynnika przenikania ciepła równy  $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 4.4 Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla budynku Zespołu Szkół w Zabrodziu jest wbudowana kotłownia gazowa.

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

- opłata zmienna: 37,28 zł/GJ
- opłata stała: 11 113,14 zł/MW/m-c
- opłata abonamentowa: 73,20 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     | 37,28     |
| Om  | zł/MW*m-c | 11 113,14 |
| Ab  | zł/m-c    | 73,20     |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym | GJ/a      | 1 272,46  |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)   | MW        | 0,1354    |
| Opłata roczna zmienna   | zł/rok    | 47 432,90 |
| Opłata roczna stała   | zł/rok    | 18 056,63 |
| Abonament   | zł/rok    | 878,40    |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym  | zł/rok    | 66 367,93 |

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

| Pozycja   | Jedn.     | Wartość   |
|---|-----------|-----------|
| 1   | 2         | 3         |
| Oz  | zł/GJ     | 37,28     |
| Om  | zł/MW*m-c | 11 113,14 |
| Ab  | zł/m-c    | 0,00      |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/a      | 78,16     |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną   | MW        | 0,0081    |
| Opłata roczna zmienna   | zł/rok    | 2 913,44  |
| Opłata roczna stała   | zł/rok    | 1 085,72  |
| Opłata abonamentowa   | zł/rok    | 0,00      |
| Roczny koszt przygotowania c.w.u.   | zł/rok    | 3 999,15  |

#### **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 stalowe płytowe z zaworami odcinającymi wyposażonymi w głowice termostatyczne. Stan techniczny grzejników i zaworów termostatycznych bez zastrzeżeń.

Instalacja pracuje z obniżeniem nocnym i tygodniowym (przyjęto wartość obniżenia tygodniowego równą  $w_t = 0,925$  dla pracy instalacji przez 6 dni w tygodniu).

Odpowietrzniki automatyczne zainstalowana na pionach c.o..

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    | 0,1354   |
| Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględniania sprawności systemu | GJ/a  | 1 075,50 |

| Pozycja  | Jedn. | Wartość  |
|--|-------|----------|
| 1  | 2     | 3        |
| Ogólna sprawność ogrzewania  | %     | 74,3%    |
| Obniżenie nocne  | %     | 95,0%    |
| Obniżenie tygodniowe   | %     | 92,5%    |
| Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu | GJ/a  | 1 272,46 |

#### **4.6 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w kotłowni w dwóch pojemnościowych wymiennikach ciepła o pojemności 500 dm<sup>3</sup> każdy.

Źródłem wody gorącej dla potrzeb c.w.u. jest kocioł gazowy.

W kotłowni zainstalowano pompę cyrkulacyjną bez możliwości sterowania czasowego.

Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem.

Piony i gałazki nie 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 wodna zasilana gazem ziemnym wyposażona w kocioł żeliwny DeDietrich typ DGT 320-11 o mocy 180 kW z palnikiem wentylatorowym dwustopniowym, produkujący ciepło na potrzeby c.o.

Spaliny z kotła usuwane są za pomocą kominów stalowych wykonanych ze stali nierdzewnej o średnicy DN300.

Zabezpieczeniem instalacji przed przekroczeniem ciśnienia jest zawór bezpieczeństwa typ 1915 firmy SYR usytuowany na kotle. Dodatkowo, w kotłowni znajduje się naczynie przeponowe firmy Reflex typ 200N.

Dodatkowo, w kotłowni znajduje się kocioł o mocy 110 kW produkujący wodę gorącą na potrzeby c.w.u.

Stan techniczny urządzeń i instalacji określa się jako dobry.

#### **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>Budynek główny szkoły wykonany jest w technologii murowanej.</p> <p>Ściany zewnętrzne w budynku dydaktycznym zbudowane z pustaków typu MAX grubości 40 cm ze szczeliną wypełnioną styropianem grubości 3 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm. Ściany zewnętrzne pokryte są sidingiem.</p> <p>Sala gimnastyczna typowa, wykonana w technologii tradycyjnej.</p> <p>Konstrukcja półszkieletowa o poprzecznym układzie ścian nośnych i rozpiętości traktów wynoszącej 3,0 m i 6,0 m.</p> <p>Ściany zewnętrzne szczytowe wykonane z bloczków z betonu komórkowego M700 o grubości 49 cm na zaprawie marki „50”.</p> <p>Ściany zewnętrzne podłużne szkieletowe.</p> <p>Słupy żelbetowe ocieplone bloczkami z betonu komórkowego M700 o grubości 24 cm na zaprawie marki „50”.</p> <p>Ściany osłonowe warstwowe z bloczków z betonu komórkowego grubości 24 cm i 12 cm ze szczeliną wypełnioną styropianem grubości 2 cm.</p> <p>Budynek łącznika w technologii tradycyjnej.</p> <p>Posadowienie na gruncie, ściany murowane, stropodach wentylowany.</p> <p>Ściany zewnętrzne grubości 42 cm (gazobeton grubości 24 cm na zaprawie cementowo-wapiennej, styropian 5 cm, pustka powietrzna 1 cm, gazobeton grubości 12 cm).</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania ścian zewnętrznych wynosi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• budynek główny: <math>U = 0,593 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li><li>• sala gimnastyczna – ściany szczytowe: <math>U = 0,462 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li><li>• sala gimnastyczna – ściany osłonowe: <math>U = 0,478 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li><li>• łącznik: <math>U = 0,344 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li></ul> | <p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej – wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła <math>U = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> <p>Zgodnie z życzeniem Inwestora nie przewiduje się ocieplenia analizowanych przegród zewnętrznych.</p> |

| LP | Charakterystyka stanu istniejącego   | Możliwości i sposób poprawy  |
|----|--|--|
| 1  | 2  | 3  |
| 2. | <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>Brak izolacji termicznej przegrody.</p> <p>Dach dwuspadowy z blachodachówki ułożonej na konstrukcji płatwiowo – krokwiowej.</p> <p>Pokrycie dachowe w bardzo złym stanie technicznym – widoczne bardzo liczne prześwity powodujące nawiewanie dużych ilości śniegu w okresie zimowym oraz zalewanie stropu nad najwyższą kondygnacją.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 1,817 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p>  | <p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego określa minimalną wartości oporu cieplnego dla stropodachu i stropu pod poddaszem nieużytkowym równą <math>R = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math>.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez położenie lub wymianę istniejącego poszycia dachowego, oraz ułożenie izolacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termicznej – z wełny mineralnej w przestrzeni utworzonej przez krokwie dachowe</li> <li>• Parochronnej – z odpowiedniej folii</li> </ul> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> |
| 3. | <p><u>Stropodach wentylowany w łączniku i na zapleczu sali gimnastycznej</u></p> <p>W łączniku i na zapleczu sali gimnastycznej strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych.</p> <p>Izolacja termiczna stropodachu – wełna mineralna grubości 18 cm.</p> <p>Sala gimnastyczna przykryta jest dachem z płyt korytkowych ocieplonych styropianem o grubości 18 cm.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegród zewnętrznych wynosi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stropodach nad łącznikiem i salą gimnastyczną: <math>U = 0,260 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> <li>• strop nad salą gimnastyczną: <math>U = 0,237 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> </ul> | <p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego określa minimalną wartości oporu cieplnego dla stropodachu i stropu pod poddaszem nieużytkowym równą <math>R = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math>.</p> <p>Zgodnie z życzeniem Inwestora nie przewiduje się ocieplenia analizowanych przegród zewnętrznych.</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 warstwa styropianu o grubości 5,0 cm.</p> <p>Szacunkowa wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi <math>U = 0,416 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</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 stolarka okienna drewniana w złym stanie technicznym spowodowanym brakiem należytej konserwacji.</p> <p>Zaobserwowano liczne nieszczelności w stolarce okiennej powodujące wychładzanie pomieszczeń i niekontrolowany napływ powietrza do pomieszczeń.</p> <p>Do obliczeń przyjęto współczynnika przenikania ciepła równy <math>U = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> <p>Stolarka drzwiowa w dobrym stanie technicznym.</p> <p>W sali gimnastycznej i łączniku stolarka okienna z PCV w dobrym stanie technicznym.</p> <p>Dla stolarki okiennej w sali gimnastycznej i łączniku oraz dla stolarki drzwiowej przyjęto do obliczeń współczynnik przenikania ciepła równy <math>U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> | <p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien w budynku głównym na niskoemisyjne z szybą zespoloną nawiązujące kształtem do istniejących okien, oraz stolarką z PCV.</p> <p>Ze względu na lokalizację proponuje się zastosowanie okien rozwierno-uchyłnych z szybą niskoemisyjną z możliwością rozszczelniania.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – <math>U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, dla całego okna i dla drzwi – <math>U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> |
| <p><b>Uwagi:</b></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 gazowa</u></p> <p>W budynku znajduje się kotłownia wodna zasilana gazem ziemnym wyposażona w kocioł żeliwny DeDietrich typ DGT 320-11 o mocy 180 kW z palnikiem wentylatorowym dwustopniowym, produkujący ciepło na potrzeby c.o.</p> <p>Spaliny z kotła usuwane są za pomocą kominów stalowych wykonanych ze stali nierdzewnej o średnicy DN300.</p> <p>Zabezpieczeniem instalacji przed przekroczeniem ciśnienia jest zawór bezpieczeństwa typ 1915 firmy SYR usytuowany na kotle. Dodatkowo, w kotłowni znajduje się naczynie przeponowe firmy Reflex typ 200N.</p> <p>Dodatkowo, w kotłowni znajduje się kocioł o mocy 110 kW produkujący wodę gorącą na potrzeby c.w.u.</p> <p>Stan techniczny urządzeń i instalacji określa się jako dobry.</p> | <p>Kotłownia zmodernizowana w roku 1998 – stan bardzo dobry, brak konieczności modernizacji źródła ciepła.</p>  |
| 8. | <p><u>Instalacja grzewcza c.o.</u></p> <p>Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdzielaniem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244.</p> <p>Grzejniki stalowe płytowe z zaworami odcinającymi wyposażonymi w głowice termostaticzne. Stan techniczny grzejników i zaworów termostaticznych bez zastrzeżeń.</p> <p>Instalacja pracuje z obniżeniem nocnym i tygodniowym (przyjęto wartość obniżenia tygodniowego równą <math>w_t = 0,925</math> dla pracy instalacji przez 6 dni w tygodniu).</p> <p>Odpowietrzniki automatyczne zainstalowane na pionach c.o..</p> <p>Przewody rozprowadzające i gałazki w dobrym stanie technicznym.</p>  | <p>Ze względu na niemożliwość dotrzymania parametrów temperatury w sali gimnastycznej proponuje się budowę aparatów grzewczo-wentylacyjnych zasilanych instalacji c.o. z kotłowni gazowej.</p>                |
| 9. | <p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w kotłowni w dwóch pojemnościowych wymiennikach ciepła o pojemności 500 dm<sup>3</sup> każdy.</p> <p>Źródłem wody gorącej dla potrzeb c.w.u. jest kocioł gazowy.</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 nie są izolowane.</p> <p>Orurowanie w dobrym stanie technicznym.</p>   | <p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja c.w.u., wymaga modernizacji w zakresie montażu pompy cyrkulacyjnej z zegarem, lub czasowego układu sterującego do istniejącego obiegu cyrkulacyjnego.</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 stolarkę okienną i drzwiową | <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną, nawiązujące kształtem do istniejących okien.</p> <p>Zgodnie z wymaganiami Inwestora stolarka okienna powinna być wykonana z PCV.</p> <p><u>Przygotowanie ościeży</u></p> <p>Przed ustawieniem okna trzeba odpowiednio przygotować ościeża, zwłaszcza gdy do uszczelniania mają być użyte silikony lub samoprzylepne taśmy izolacyjne. Powierzchnia ościeża powinna być równa, gładka i dokładnie oczyszczona.</p> <p><u>Ustawienie okna w ościeżach</u></p> <p>Okno w ościeżach trzeba ustawić tak, aby luz po bokach i na górze ościeżnicy był taki sam, a luz na dole był większy, gdyż powinien umożliwiać zamontowanie podokienników zewnętrznego i wewnętrznego.</p> <p>W ościeżach z węgarkiem ościeżnica okna nie powinna przylegać do węgarka: odległość pomiędzy nimi trzeba dostosować do przewidzianego sposobu uszczelnienia. Próg ościeżnicy okna opiera się na klockach lub belce.</p> <p>Szerokość elementów podporowych powinna być mniejsza od wymiarów progu ościeżnicy, tak by zostało miejsce na uszczelnienie. Jeżeli okno trzeba będzie ustawić bezpośrednio nad warstwą ocieplenia dochodzącą do krawędzi ościeża, można je oprzeć na kątowniku. Kątownik musi być odizolowany od muru i podokiennika.</p> <p>Ościeżnicę ustawia się w poziomie i w pionie, a następnie unieruchamia klinami w ościeżach na czas mocowania do ściany. Aby nie zniekształcić elementów ościeżnicy, kliny można wkładać tylko przy narożach, słupkach i ślemionach.</p> <p>Złe ułożenie klinów i niewłaściwe zamocowanie okna może spowodować odkształcenia ościeżnicy: wygięcie, przekoszenie (gdy przekątne okna mają różne długości) lub zwichrowanie (gdy nie wszystkie naroża okna leżą w jednej płaszczyźnie).</p> <p><u>Mocowanie okna w ścianie</u></p> <p>Obciążenia, które działają na okno, są przekazywane na ściany domu za pośrednictwem elementów mocujących ościeżnicę w ościeżach. Dlatego też mocowanie to musi być wytrzymałe, gdyż inaczej pod obciążeniem – na przykład pod działaniem sił parcia i ssania wiatru – okno mogłoby wypaść ze ściany. Mocowanie powinno być też trwałe, by nie uległo osłabieniu po latach użytkowania.</p> |

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć   | Sposób realizacji   |
|-----|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| 1.  | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwiową – c.d. | <p><u>Rozmieszczenie i liczba punktów mocowania.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Okno powinno być zamocowane w odległości 10-15 cm (mierzonej w świetle ościeżnicy) od każdego naroża ościeżnicy, słupka i śłemia;</li> <li>• Odległość między punktami mocowania nie powinna być większa niż 80 cm dla okien drewnianych i aluminiowych oraz 70 cm dla okien tworzywowych.</li> <li>• Okna mocuje się w ścianie kotwami stalowymi, śrubami lub tulejami.</li> <li>• Wszystkie metalowe elementy stosowane do mocowania ościeżnicy powinny być zabezpieczone antykorozyjnie.</li> <li>• Kotwy nie są elementami uniwersalnymi, powinny więc być odpowiednio dobrane do kształtu profilu ościeżnicy od strony muru i zamocowane do niej jeszcze przed ustawieniem okna w ościeżu. Dopiero wtedy, gdy ościeżnica jest już zaklinowana, kotwy mocuje się do ściany.</li> <li>• Okno osadzone w płaszczyźnie ocieplenia ściany może być zamocowane tylko kotwami. Takie mocowanie warto stosować również w innych wypadkach, ponieważ zmniejsza ryzyko zdeformowania ościeżnicy.</li> <li>• Po zamocowaniu usuwa się kliny montażowe i zakłada skrzydła okna, tak by mogły się swobodnie otwierać i zamykać. Ustawienie skrzydeł w ościeżnicy reguluje się okuciami.</li> </ul> <p><u>Montaż nawiewników</u></p> <p>Nawiewniki montuje się w górnej części stolarki okiennej. W tym celu należy wykonać otwór w przylgach okiennych (okna PVC) lub w stolarce skrzydła (okna drewniane). Należy zwrócić uwagę aby wylot nawiewnika był skierowany do góry. Od zewnątrz otwory przysłaniaamy okapem, przykręcając go za pomocą wkrętów.</p> <p>W zależności od wyniku analizy ekonomicznej, proponuje się zastosowanie nawiewników okiennych ciśnieniowych typ AMI lub higrostatycznych typ EMM707 (ew. EHA) – podano na przykładzie firmy Aereco.</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 Aprobatą Techniczną.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – <math>U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, dla całego okna i dla drzwi – <math>U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</p> |

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć                           | Sposób realizacji  |
|-----|---|--|
| 1   | 2   | 3  |
| 2.  | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach nad poddaszem | <p>Przystępując do izolacji poddasza najpierw należy dokładnie zmierzyć rozstaw pomiędzy krokwiami w świetle tak, aby przyciąć wielkowymiarowe płyty z wełny mineralnej na odpowiedni wymiar.</p> <p>Z odcinków o długości do 5 m wielkowymiarowych płyt z wełny mineralnej (np. Toprock f-my Rockwool) odcinamy kawałki o 1,5 do 2 cm większe od odległości w świetle pomiędzy krokwiami. Dodatkowe centymetry umożliwiają wykorzystanie doskonałej sprężystości i sztywności tego materiału.</p> <p>Ze względu na to, że standardowa wysokość krokwi wynosi często 16 cm, a zalecana grubość izolacji w energooszczędnym poddaszu może być większa, izolację należy wówczas wykonać dwuwarstwowo.</p> <p>Pierwszą warstwę izolacji z płyt umieszcza się pomiędzy krokwiami, układając płyty na lekki wcisk. Po umieszczeniu płyty między krokwiami klinuje się ona i samodzielnie utrzymuje pomiędzy elementami dachu.</p> <p>Antygravitacyjne właściwości produktu rosną wraz z grubością płyty, a maleją wraz z rozpiętością krokwi. Twarda płyta z wełny mineralnej ogranicza ilość pracy do minimum, ponieważ eliminuje konieczność dodatkowego mocowania izolacji sznurkiem czy żyłką do krokwi.</p> <p>W przypadku zastosowania drugiej warstwy izolacji (np. Superrock f-my Rockwool), należy umieścić ją w przestrzeni pomiędzy krokwiami, a płytą gipsowo-kartonową.</p> <p>Przestrzeń taką uzyskamy poprzez zastosowanie rusztu o lekkiej konstrukcji. Najlepiej do tego celu wykorzystać wieszaki do poddaszy o regulowanej wysokości w kształcie litery U i profile typu C biegnące prostopadłe do krokwi. Druga warstwa izolacji pozwoli na zniwelowanie podłużnych mostków termicznych pochodzących od krokwi.</p> <p>W celu zapewnienia ciągłości izolacji, resztki wełny pozostałe po docinaniu płyt należy umieścić w poszczególnych listwach rusztu przed ich zamontowaniem.</p> <p>Dopiero pomiędzy tak przygotowany ruszt układamy drugą warstwę izolacji.</p> <p>Kolejnym etapem jest zamontowanie paroizolacji i płyt gipsowo - kartonowych.</p> <p>Folię paroizolacyjną stosujemy w pomieszczeniach średnio - wilgotnych i wilgotnych (kuchnia, łazienka WC). Do stalowego rusztu przyklejamy ją taśmą dwustronną. Należy pamiętać o wykonaniu 10-centymetrowego zakładu i sklejenie go taśmą dla zapewnienia szczelności wykonanej paraizolacji. W pomieszczeniach suchych (sypialnia korytarz) do rusztu przykręca się od razu warstwę wykończeniową, czyli płyty kartonowo gipsowe lub panele.</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 Aprobata Techniczną.</p> |

| Lp.                | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć   | Sposób realizacji   |
|--------------------|---|---|
| 1                  | 2   | 3   |
| 3.                 | Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji grzewczej              | <p>W celu zwiększenia sprawności instalacji grzewczej c.o. należy zainstalować w sali gimnastycznej aparaty grzewczo-wentylacyjne.</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 Aprobata 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 Aprobata Techniczną.</p> |
| <b>Uwaga:</b><br>- |   |   |

## 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                        |
| 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]       | 37,28            | 37,28                        |
| $O_{0m}, O_{1m}$ | opłata brutto za 1MW mocy zamówionej określana przez dostawcę ciepła, lub odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela | [zł/(MW*rok)] | 133 357,68       | 133 357,68                   |
| $Ab_1, Ab_2$     | opłata abonamentowa brutto  | [zł/m-c]      | 73,20            | 73,20                        |

Do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło skorzystano z danych klimatycznych dla stacji aktynometrycznej w Warszawie jako znajdującej się najbliżej 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:<br>Ocieplenie poddasza w budynku głównym   |                 |            |                   |            |
|---|---|---|-----------------|------------|-------------------|------------|
| Powierzchnia łączna: $A = 484,4 \text{ m}^2$<br>Materiał izolacyjny: wełna mineralna<br>Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$  |   | $SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata]<br>gdzie:<br>$N_u$ – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł]<br>$\Delta O_{rU}$ – 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   | -               | 0,16       | <b>0,18</b>       | 0,20       |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego, $\Delta R$           | $\text{m}^2\text{K/W}$  | -               | 3,810      | <b>4,286</b>      | 4,762      |
| 3   | Opór cieplny, R                                   | $\text{m}^2\text{K/W}$  | 0,550           | 4,360      | <b>4,836</b>      | 5,312      |
| 4   | Współczynnik przenikania, U                       | $\text{W/m}^2\text{K}$  | 1,817           | 0,229      | <b>0,207</b>      | 0,188      |
| 5   | Zapotrzebowanie na ciepło, Q                      | GJ/a  | 295,44          | 37,29      | <b>33,62</b>      | 30,61      |
| 6   | Zapotrzebowanie na moc cieplną, q                 | MW  | 0,033           | 0,004      | <b>0,004</b>      | 0,003      |
| 7   | Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r$          | zł/a  | -               | 9 947,90   | <b>10 089,42</b>  | 10 205,56  |
| 8   | Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)   | zł/m <sup>2</sup>   | -               | 330,66     | <b>340,66</b>     | 350,66     |
| 9   | Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$              | zł  | -               | 160 171,38 | <b>165 015,38</b> | 169 859,38 |
| 10  | SPBT  | lata  | -               | 16,10      | <b>16,36</b>      | 16,64      |
| <p><u>Opis zastosowanej metody:</u></p> <p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropu nad najwyższą kondygnacją w budynku głównym jest przełożenie istniejącego poszycia dachowego lub wykonanie nowego z blachodachówki, a także wykonanie izolacji: termicznej z wełny mineralnej, i przeciwwiatrowej z odpowiedniej folii.</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego <math>R \geq 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}</math> osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 18 cm.</p> |   |   |                 |            |                   |            |
| <p><u>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</u></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Rockwool</p>  |   |   |                 |            |                   |            |

| 7.2.2 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku   |  | Przegroda:<br>Stolarka okienna i drzwiowa   |                 |                      |                              |                                    |
|--|--|---|-----------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Powierzchnia łączna: $A = 142,6 \text{ m}^2$   |  | <p>SPBT = <math>Nu/\Sigma \Delta OrU</math> [lata], gdzie:</p> <p><math>Nu</math> – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł]</p> <p><math>\Delta OrU</math> – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]</p> |                 |                      |                              |                                    |
| Lp   | Omówienie  | Jedn.   | Stan istniejący | Okna bez nawiewników | Okna z nawiewnikami ręcznymi | Okna z nawiewnikami automatycznymi |
| 1  | Współczynnik przenikania, $U$  | $\text{W/m}^2\text{K}$  | 3,50            | 1,70                 | 1,70                         | <b>1,70</b>                        |
| 2  | Współczynnik $c_r$   | -   | 1,30            | 1,00                 | 0,85                         | <b>0,70</b>                        |
| 3  | Współczynnik $c_w$   | -   | 1,00            | 1,00                 | 1,00                         | <b>1,00</b>                        |
| 4  | Współczynnik $a$   | -   | 3,50            | 0,30                 | 0,30                         | <b>0,30</b>                        |
| 5  | Zapotrzebowanie na ciepło, $Q$   | GJ/a  | 583,29          | 401,18               | 353,21                       | <b>305,24</b>                      |
| 6  | Zapotrzebowanie na moc cieplną, $q$  | MW  | 0,0551          | 0,0454               | 0,0454                       | <b>0,0454</b>                      |
| 7  | Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r\text{ok.}} + \Delta Q_{r\text{w}}$ | zł/a  | -               | 6 896,87             | 8 685,18                     | <b>10 473,50</b>                   |
| 8  | Cena jednostkowa wymiany okien   | zł/m <sup>2</sup>   |                 | 707,60               | 744,20                       | <b>756,40</b>                      |
| 9  | Koszt realizacji usprawnienia, $N_u$   | zł  | -               | 100 903,76           | 106 122,92                   | <b>107 862,64</b>                  |
| 10   | SPBT   | lata  | -               | 14,63                | 12,22                        | <b>10,30</b>                       |
| <p><b>Opis zastosowanej metody:</b></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 <math>U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math> dla szyby i <math>U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}</math> dla całego okna, a także nawiewnikami higrostatycznymi sterowanymi automatycznie.</p> |  |   |                 |                      |                              |                                    |
| <p><b>Wartość <math>N_u</math> przyjęto na podstawie:</b></p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV 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 wskazanymi usprawnieniami
- 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   | $\eta_w$                   | 0,88   |
| Przesyłanie ciepła   | przewody c.o. w dobrym stanie technicznym   | $\eta_p$                   | 0,95   |
| Regulacja systemu grzewczego                                       | system o małej bezwładności cieplnej z zaworami termostatycznymi przy elementach grzejnych oraz centralną automatyką pogodową | $\eta_r$                   | 0,945  |
| Wykorzystanie ciepła   | instalacja tradycyjna, grzejniki usytuowane prawidłowo, niedogrzana sala gimnastyczna   | $\eta_a$                   | 0,94   |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | przerwa na ogrzewanie trwająca jeden dzień w tygodniu   | $w_t$                      | 0,925  |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby     | obniżenie temperatury w okresie nocnym  | $w_d$                      | 0,95   |
| <b>Sprawność całkowita systemu grzewczego</b>                      | -   | <b><math>\eta_o</math></b> | <b>0,743</b>   |
| Sprawność instalacji c.o.  | -   | $\eta_{co}$                | 0,95   |
| Wartość współczynnika GLR  | -   | GLR                        | 0,301  |
| Uwagi:<br>-  |   |                            |  |

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   | $\eta_w$                   | 0,88   | 0,88                  |
| Przesyłanie ciepła   | bez zmian   | $\eta_p$                   | 0,95   | 0,95                  |
| Regulacja systemu grzewczego                                       | montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych | $\eta_r$                   | 0,945  | 0,928                 |
| Wykorzystanie ciepła   | bez zmian   | $\eta_a$                   | 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                  |
| <b>Sprawność całkowita systemu grzewczego</b>                      | -   | <b><math>\eta_o</math></b> | <b>0,751</b>   | <b>0,737</b>          |
| Sprawność instalacji c.o.  | -   | $\eta_{co}$                | 0,95   | 0,95                  |
| Wartość współczynnika GLR  | -   | GLR                        | 0,301  | 0,523                 |
| <b>Uwagi:</b>  |   |                            |  |                       |
| -  |   |                            |  |                       |

### 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 IV 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.     | Dostawa i montaż aparatów grzewczo-wentylacyjnych w sali gimnastycznej | 1     | 7 200,00  | 4 800,00           | 12 000,00         |
| -      | Razem, bez VAT   | -     |           |                    | 12 000,00         |
| -      | Razem, z VAT   | -     |           |                    | 14 640,00         |
| 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   | -     | Kotłownia gazowa | Kotłownia gazowa |
| 2.  | Obliczeniowa moc na c.o., q co   | MW    | 0,1354           | 0,1354           |
| 3.  | Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego, Q co                  | GJ/a  | 1 075,50         | 1 075,50         |
| 4.  | Ogólna sprawność systemu, $\eta_o$   | %     | 74,3%            | 75,1%            |
| 5.  | Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych | %     | 95,0%            | 95,0%            |
| 6.  | Obniżenie tygodniowe   | %     | 92,5%            | 92,5%            |
| 7.  | Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co                   | GJ/a  | 1 272,46         | 1 259,07         |
| 8.  | Roczna opłata zmienna  | zł/a  | 47 432,90        | 46 933,60        |
| 9.  | Roczna opłata stała  | zł/a  | 18 056,63        | 18 056,63        |
| 10. | Roczna opłata abonamentowa   | zł/a  | 878,40           | 878,40           |
| 11. | Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]   | zł/a  | 66 367,93        | 65 868,64        |
| 12. | Efekt finansowy  | zł/a  | 499,29           |                  |
| 13. | Wielkość nakładów inwestycyjnych   | zł    | 14 640,00        |                  |
| 14. | SPBT [13/12]   | lata  | 29,32            |                  |

#### 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:<br>$\eta_p = 70\%$ |
| <b>Uwagi:</b><br>Zgodnie z oświadczeniem Inwestora, nie należy rozpatrywać wariantu modernizacji instalacji c.w.u. polegającej na montażu kolektorów słonecznych |  |   |

#### 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     | 4 000,00  | 425,00             | 4 425,00          |
| -  | Razem instalacja c.w.u., bez VAT  | -     |           |                    | 4 425,00          |
| -  | Razem instalacja c.w.u., z VAT  | -     |           |                    | 5 398,50          |

#### 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    | 0,0081           | 0,0081           |
| 3.  | Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności instalacji c.w.u., $Q_{cwu}$ | GJ/a  | 46,89            | 46,89            |
| 4.  | Sprawność źródła wykorzystywanego do podgrzania c.w.u., $\eta_k$                              | %     | 100%             | 100%             |
| 5.  | Sprawność układu przesyłu c.w.u., $\eta_p$  | %     | 60%              | 70%              |
| 6.  | Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności instalacji, $Q_{cwu}$         | GJ/a  | 78,16            | 66,99            |
| 7.  | Roczna opłata zmienna   | zł/a  | 2 913,44         | 2 497,23         |
| 8.  | Roczna opłata stała   | zł/a  | 1 085,72         | 1 085,72         |
| 9.  | Roczna opłata abonamentowa  | zł/a  | 0,00             | 0,00             |
| 10. | Łączny koszt ogrzewania [7 + 8 + 9]   | zł/a  | 3 999,15         | 3 582,95         |
| 11. | Efekt finansowy   | zł/a  |                  | 416,21           |
| 12. | Wielkość nakładów inwestycyjnych  | zł    |                  | 5 398,50         |
| 13. | SPBT [12/11]  | lata  |                  | 12,97            |

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.                 | Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym  | 107 862,64                        | 10,30      |
| 2.                 | Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.   | 5 398,50                          | 12,97      |
| 3.                 | Ocieplenie poddasza wełną mineralną o grubości 18 cm oraz przełożenie lub wymiana poddasza dachowego | 165 015,38                        | 16,36      |
| -                  | Razem [od 1 do 3]:   | 278 276,52                        | -          |
| <b>Uwagi:</b><br>- |  |                                   |            |

**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 gazowej i instalacji wewnętrznej c.o. | 14 640,00                         | 29,32      |
| <b>Uwagi:</b><br>- |  |                                   |            |

## **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"><li>• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym</li><li>• Modernizacja instalacji c.w.u.</li><li>• Ocieplenie stropu nad najwyższą kondygnacją w budynku dydaktycznym, z wykorzystaniem wełny mineralnej grubości 18 cm, oraz przełożenie istniejącego poszycia dachowego lub wykonanie nowego poszycia z blachodachówki</li></ul> |
| Wariant 2   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym</li><li>• Modernizacja instalacji c.w.u.</li></ul>   |
| Wariant 3   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.</li><li>• Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym</li></ul>  |
| Wariant 4   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.</li></ul>  |
| Uwagi:<br>- |  |

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:

|             |               |   |
|-------------|---------------|---|
| $\eta_0 =$  | 74,3%         | sprawność ogrzewania przed termomodernizacją  |
| $\eta_1 =$  | 73,7%         | sprawność ogrzewania po termomodernizacji   |
| $w_{t0} =$  | 92,5%         | współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed termomodernizacją |
| $w_{d0} =$  | 95,0%         | współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed termomodernizacją     |
| $w_{t1} =$  | 92,5%         | współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia po termomodernizacji    |
| $w_{d1} =$  | 95,0%         | współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby po termomodernizacji        |
| $q_{0m} =$  | 0,1354 MW     | zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. przed termomodernizacją                     |
| $q_{1m} =$  | 0,0932 MW     | zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. po termomodernizacji                        |
| $q_{0cw} =$ | 0,0081 MW     | zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. przed termomodernizacją                     |
| $q_{1cw} =$ | 0,0081 MW     | zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. po termomodernizacji                        |
| $Q_{0co} =$ | 1 075,50 GJ/a | zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. przed termomodernizacją                          |
| $Q_{1co} =$ | 499,23 GJ/a   | zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. po termomodernizacji                             |
| $Q_{0cw} =$ | 78,16 GJ/a    | zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. przed termomodernizacją                          |
| $Q_{1cw} =$ | 66,99 GJ/a    | zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. po termomodernizacji                             |

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 31\,280,90 \text{ [zł/rok]}$$

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

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 2\,606,74 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą  $N = 292\,916,52$  zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami.

Prosty czas zwrotu – SPBT – oblicza się z następującego wzoru:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 292\,916,52 / 31\,280,90 = 9,36 \text{ [lat]},$$

gdzie:

$\Delta O_r$  - 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"> <li>• Modernizacja kotłowni i instalacji wewnętrznej c.o.</li> <li>• Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym</li> <li>• Modernizacja instalacji c.w.u.</li> <li>• Ocieplenie stropu nad najwyższą kondygnacją w budynku dydaktycznym, oraz przełożenie istniejącego poszycia dachowego lub wykonanie nowego poszycia z blachodachówki</li> </ul> | 292 916,52                 | 51,0%              | 31 280,90         | 58 583,30<br>234 433,22   | 2 606,74 – 2 179,05 =<br>427,69  |

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:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 2\ 179,05\ \text{zł}$$

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

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

$S = 234\ 433,22\ \text{zł}$  – kwota kredytu

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

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

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 dachu nad poddaszem użytkowym w budynku głównym z wykorzystaniem jako izolacji termicznej wełny mineralnej o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$  o grubości 18 cm.**

W celu uniknięcia zawilgocenia warstwy izolacyjnej należy dokonać remontu poszycia dachowego polegającego na przełożeniu istniejącej blachy, lub wykonaniu nowego poszycia dachowego. Równocześnie należy założyć właściwą izolację wiatrochronną.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na dachu.

2. **Wymiana stolarki okiennej w budynku głównym na nową z ramami z tworzywa sztucznego oraz 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. W oknach zainstalować nawiewniki okienne higrostatyczne, np. typ EMM707 lub EHA firmy Aereco.

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

W ramach prac należy zainstalować w pomieszczeniu sali gimnastycznej dwa aparaty grzewczo-wentylacyjne, oraz wykonać osobny obieg c.o. z kotłowni zasilający powyższe urządzenia.

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: 292 916,52 zł (brutto)
- Udział środków własnych: 58 583,30 zł, tj. 20% wartości inwestycji
- Kredyt bankowy: 234 433,22 zł, tj. 80% wartości inwestycji
- Premia termomodernizacyjna: 58 583,30 zł, tj. 25% wartości kredytu
- Rata miesięczna (przy  $r = 8,50\%$ ): 2 179,05 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 80 000,00 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         |
| <b>1. Oplata za paliwo wg taryfy W-5</b>                        |                           |           |
| Oplata za paliwo gazowe   | zł/Nm <sup>3</sup>        | 0,6553    |
| Oplata przesyłowa stała   | zł/(Nm <sup>3</sup> /h)/h | 0,0357    |
| Oplata przesyłowa zmienna (lato)                                | zł/Nm <sup>3</sup>        | 0,2152    |
| Oplata przesyłowa zmienna (zima)                                | zł/Nm <sup>3</sup>        | 0,2519    |
| Oplata przesyłowa zmienna (średnio)                             | zł/Nm <sup>3</sup>        | 0,2446    |
| Oplata zmienna razem  | zł/Nm <sup>3</sup>        | 0,8999    |
| Wartość opałowa gazu ziemnego GZ-50                             | MJ/Nm <sup>3</sup>        | 35,00     |
| Oplata zmienna za ciepło netto                                  | zł/GJ                     | 25,71     |
| Oplata zmienna za ciepło brutto                                 | zł/GJ                     | 31,37     |
| Ilość godzin użytkowania kotłowni w roku                        | h/a                       | 8 760     |
| Moc zamówiona w gazie   | Nm <sup>3</sup> /h        | 20,0      |
| Strumień energii cieplnej odpowiadający mocy zamówionej w gazie | MW                        | 0,1944    |
| Oplata stała roczna netto za gaz (bez abonamentu)               | zł/a                      | 6 254,64  |
| Oplata stała roczna netto za energię                            | zł/MW/a                   | 32 166,72 |
| Oplata stała roczna brutto za energię                           | zł/MW/a                   | 39 243,40 |
| Oplata miesięczna netto za energię                              | zł/MW/m-c                 | 2 680,56  |
| Oplata miesięczna brutto za energię                             | zł/MW/m-c                 | 3 270,28  |
| <b>2. Dodatkowe koszty zmienne:</b>                             |                           |           |
| Koszt energii elektrycznej do napędu urządzeń (szac.)           | zł/rok                    | 3 000,00  |
| Koszt emisji zanieczyszczeń do atmosfery                        | zł/rok                    | 100,00    |
| Koszty uzdatniania wody   | zł/rok                    | 200,00    |
| Koszt materiałów szybkozużywających się                         | zł/rok                    | 1 200,00  |
| Razem netto:  | zł/rok                    | 4 500,00  |
| Razem brutto:   | zł/rok                    | 5 490,00  |
| Dodatkowa opłata zmienna:                                       | zł/GJ                     | 5,91      |

| Pozycja                           | Jednostka | Wartość    |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| 1                                 | 2         | 3          |
| <b>3. Dodatkowe koszty stałe:</b> |           |            |
| Przeglądy i konserwacje:          | zł/rok    | 5 000,00   |
| Amortyzacja:                      | zł/rok    | 10 000,00  |
| Obsługa stała:                    | zł/rok    | -          |
| Razem netto:                      | zł/rok    | 15 000,00  |
| Razem brutto:                     | zł/rok    | 18 300,00  |
| Dodatkowa opłata stała:           | zł/MW*rok | 94 114,29  |
| <b>4. Razem</b>                   |           |            |
| Razem opłata zmienna (brutto)     | zł/GJ     | 37,28      |
| Razem opłata stała (brutto)       | zł/MW*rok | 133 357,68 |
| Abonament (brutto):               | zł/m-c    | 73,20      |

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

### Założenia:

Zużycie c.w.u. dla jednego ucznia wynosi:  $q_j = 8,0$  kg/dobę

Ilość uczniów i personelu:  $U = 140$  osoby

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

$$q_{d\acute{s}r} = U \times q_j = 1\,120,0 \text{ dm}^3/\text{d}$$

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

$$q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau = 140,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

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

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

$$q_{cwu} = q_{h\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 8,1 \text{ kW}$$

gdzie:

$c_w = 4,187$  kJ/kg\*K – ciepło właściwe wody

$\rho = 980$  kg/m<sup>3</sup> – gęstość wody

$t_c = 55$  °C – temperatura wody ciepłej

$t_z = 5$  °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:

$$Q_{cwu\ o} = 200 \times q_{d\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 46,89 \text{ GJ/rok}$$

## Załącznik Nr 3 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

### Budynek główny

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku *Ogrzewanie, Klimatyzacja Recknagel H. i inni, EWFE Gdańsk 1994*, rozdział 367-1, ilość wymian powietrza w ustępie szkolnym powinna wynieść od 5 do 8 w ciągu godziny.

Łączna kubatura sanitariatów w budynku głównym wynosi 202 m<sup>3</sup>.

Przyjmując ilość wymian powietrza w sanitariatach równą 8 h<sup>-1</sup>, strumień powietrza wentylacyjnego w budynku głównym powinien wynieść:

$$\Psi_1 = 8 \times 202 = 1\,616 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 Nm<sup>3</sup>/h.

Budynek jest wykorzystywany jednocześnie przez N = 140 użytkowników (120 uczniów i 20 pracowników szkoły), zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić nie mniej niż:

$$\Psi_1 = 140 \times 20 = 2\,800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, czyli  $\Psi_1 = 2\,800 \text{ m}^3/\text{h}$

### Wentylacja sali gimnastycznej

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku *Ogrzewanie, Klimatyzacja Recknagel H. i inni, EWFE Gdańsk 1994*, rozdział 256-14, ilość wymian powietrza w strefie przebywania ludzi w sali gimnastycznej powinna wynieść od 2 do 3 w ciągu godziny.

Kubatura strefy przebywania ludzi wynosi 864 m<sup>3</sup>.

Przyjmując ilość wymian powietrza w sali gimnastycznej równą 3 h<sup>-1</sup>, strumień powietrza wentylacyjnego powinien wynieść:

$$\Psi_2 = 3 \times 864 = 2\,592 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 Nm<sup>3</sup>/h.

Sala gimnastyczna może być użytkowana maksymalnie przez 100 osób, zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić nie mniej niż:

$$\Psi_2 = 100 \times 20 = 2\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, czyli  $\Psi_2 = 2\,592\text{ m}^3/\text{h}$

#### Zaplecze sali gimnastycznej

Na zapleczu sali gimnastycznej znajduje się pomieszczenie natrysków.

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradniku *Ogrzewanie, Klimatyzacja Recknagel H. i inni, EWF E Gdańsk 1994*, rozdział 256-14, ilość wymian powietrza w pomieszczeniu natrysków powinna wynieść od 8 do 10 w ciągu godziny.

Kubatura natrysków wynosi  $69\text{ m}^3$ .

Przyjmując ilość wymian powietrza w natryskach równą  $8\text{ h}^{-1}$ , strumień powietrza wentylacyjnego powinien wynieść:

$$\Psi_3 = 8 \times 69 = 552\text{ m}^3/\text{h}$$

#### Łącznik

Kubatura łącznika wynosi  $1\,247\text{ m}^3$ .

Przyjmując ilość wymian powietrza równą  $0,3\text{ h}^{-1}$ , strumień powietrza wentylacyjnego wynosi:

$$\Psi_4 = 374\text{ m}^3/\text{h}$$

#### Podsumowanie

Łączny obliczeniowy strumień powietrza wywiewanego z budynku wynosi:

$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2 + \Psi_3 + \Psi_4 = 2\,800 + 2\,592 + 552 + 374 = 6\,288\text{ m}^3/\text{h}$$

Łączna powierzchnia okien i drzwi w budynku szkoły wynosi  $322,2\text{ m}^2$ , z czego 44%, tj.  $142,6\text{ m}^2$  przypada na stolarkę drewnianą zakwalifikowaną do wymiany (o współczynniku  $c_r = 1,1$ ), zaś pozostałą część – na nowoczesne okna z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku  $c_r = 1,0$ .

W związku z tym ilość powietrza wentylacyjnego wynosi:

A. przed wymianą stolarki okiennej w budynku głównym:

$$\Psi_0 = (0,44 \times 1,1 + 0,56 \times 1,0) \times 6\,288 = 6\,565\text{ Nm}^3/\text{h}$$

B. po wymianie stolarki okiennej w budynku głównym:

$$\Psi_0 = (0,44 \times 0,7 + 0,56 \times 1,0) \times 6\,288 = 5\,458\text{ Nm}^3/\text{h}$$

## **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**