

„ELEKO”  
Franciszek Radomyski  
05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2A  
tel. 786 38 70, franciszkei@gazeta.pl  
REG. W 010492283, NIP 125-05-89-514

**„ELEKO”**  
**FRANCISZEK RADOMYSKI**

05-230 Kobyłka

ul. Nadarzyn 2a

☎ (22) 786 - 38 - 70

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU URZĘDU STANU CYWILNEGO**

**ul. 1 Maja 5**

**95 – 100 Zgierz**



**Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz**

**pl. Jana Pawła II 16**

**95 – 100 Zgierz**

**Termin zakończenia pracy: maj 2017 roku**

# 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

|                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 1.1 Rodzaj budynku                                                                                                                     | Budynek użyteczności publicznej |                                                                                                                  | 1.2 Rok budowy                                 |            |
|                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  | 1900                                           |            |
| 1.3 Inwestor<br>(nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)                                                                   | Gmina Miasto Zgierz             |                                                                                                                  | 1.4 Adres budynku                              |            |
|                                                                                                                                        | pl. Jana Pawła II               | nr 16                                                                                                            |                                                | ul. 1 Maja |
|                                                                                                                                        | kod 95-100                      | mięscowość Zgierz                                                                                                |                                                | nr bud. 5  |
|                                                                                                                                        | tel. -                          | fax -                                                                                                            |                                                | kod 95-100 |
|                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  | mięscowość Zgierz                              |            |
|                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  | powiat zgierski                                |            |
|                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  | województwo łódzkie                            |            |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:                                                                                 |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| ..... "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....                                               |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:                                     |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| mgr inż. Barbara Kosowska <i>Barbara Kosowska</i>                                                                                      |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 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) |            |
| 1.                                                                                                                                     | mgr inż. Barbara Kosowska       | Opracowanie kompleksowe:<br>- zapotrzebowanie na ciepło<br>- warianty termomodernizacji<br>- analiza ekonomiczna | Kurs audytorów energetycznych FPE              |            |
| 5. Mięscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2017                                                                             |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 6. Spis treści                                                                                                                         |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku..... 1                                                                                |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 2. Karta audytu energetycznego budynku ..... 2                                                                                         |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 3. Podstawa opracowania. .... 4                                                                                                        |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 3.1 Cel i zakres opracowania. .... 4                                                                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu. .... 4                                                                                       |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceńodawcy) ..... 5                                                          |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku ..... 6                                                                                 |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 5. Ocena stanu technicznego budynku ..... 7                                                                                            |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku. .... 7                                                                  |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania. .... 8                                                                    |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u. .... 8                                                                      |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji. .... 8                                                                    |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. .... 8                           |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. .... 8                                                       |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło ..... 9                     |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. .... 9                       |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. .... 14                                                                |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku. .... 15                                                                           |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. .... 15 |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 18                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. .... 20                            |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| 10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych ..... 21                                                                          |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| ZAŁĄCZNIKI ..... 22                                                                                                                    |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-1 Ceny jednostkowe ciepła. .... 22                                                                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją. .... 23                                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji. .... 24                                                                      |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację. .... 25                                                                                |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego. .... 25                                                                               |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła. .... 25                                                                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-7 Projektowana strata ciepła. .... 26                                                                                                |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego. .... 27                                                                        |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu. .... 28                                                                  |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 29                                           |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. .... 30                                     |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-12 Sprawności systemu grzewczego. .... 31                                                                                            |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-13 Ciepła woda użytkowa. .... 32                                                                                                     |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-14 Oświetlenie wewnętrzne. .... 33                                                                                                   |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej. .... 35                                                                                    |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego ..... 36                                                                                          |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |
| Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące ..... 37                                                                                            |                                 |                                                                                                                  |                                                |            |

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

| 1. Dane ogólne                                                                                       |                                                                                            | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1.                                                                                                   | Konstrukcja/technologia budynku                                                            | Tradycyjna                   | Tradycyjna                  |
| 2.                                                                                                   | Liczba kondygnacji                                                                         | 3                            | 3                           |
| 3.                                                                                                   | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]                                               | 2 580                        | 2 580                       |
| 4.                                                                                                   | Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]                                               | 996,07                       | 996,07                      |
| 5.                                                                                                   | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]                                | 0                            | 0                           |
| 6.                                                                                                   | Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ] | 996,07                       | 996,07                      |
| 7.                                                                                                   | Liczba lokali mieszkalnych                                                                 | 0                            | 0                           |
| 8.                                                                                                   | Liczba osób użytkujących budynek                                                           | 10                           | 10                          |
| 9.                                                                                                   | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej                                                | podgrzewacze elektryczne     | podgrzewacze elektryczne    |
| 10.                                                                                                  | Rodzaj systemu grzewczego budynku                                                          | pompowy z rozdziałem dolnym  | pompowy z rozdziałem dolnym |
| 11.                                                                                                  | Współczynnik kształtu A/V [1/m]                                                            | 0,558                        | 0,558                       |
| 12.                                                                                                  | Inne dane charakteryzujące budynek                                                         | -                            | -                           |
| <b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>                                      |                                                                                            |                              |                             |
| 1                                                                                                    | Ściany zewnętrzne                                                                          | 1,014                        | 1,014                       |
| 2                                                                                                    | Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami                  | 0,246                        | 0,246                       |
| 3                                                                                                    | Strop nad piwnicą                                                                          | 0,736                        | 0,736                       |
| 4                                                                                                    | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych                                           | -                            | -                           |
| 5                                                                                                    | Okna, drzwi balkonowe                                                                      | 1,500                        | 1,500                       |
| 6                                                                                                    | Drzwi zewnętrzne/bramy                                                                     | 1,700                        | 1,700                       |
| 7                                                                                                    | Inne                                                                                       | -                            | -                           |
| <b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b> |                                                                                            |                              |                             |
| 1.                                                                                                   | Sprawność wytwarzania [-]                                                                  | 0,93                         | 0,93                        |
| 2.                                                                                                   | Sprawność przesyłu [-]                                                                     | 0,80                         | 0,90                        |
| 3.                                                                                                   | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]                                                    | 0,77                         | 0,93                        |
| 4.                                                                                                   | Sprawność akumulacji [-]                                                                   | 1,00                         | 1,00                        |
| 5.                                                                                                   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]                                  | 1,00                         | 1,00                        |
| 6.                                                                                                   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]                                        | 1,00                         | 1,00                        |

| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej                       |                                                                                                                                                                     |               |                                                |              |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------|-----------|
| 1.                                                                                        | Sprawność wytwarzania                                                                                                                                               | [-]           | 0,99                                           | 0,99         |           |
| 2.                                                                                        | Sprawność przesyłu                                                                                                                                                  | [-]           | 1,00                                           | 1,00         |           |
| 3.                                                                                        | Sprawność regulacji i wykorzystania                                                                                                                                 | [-]           | 1,00                                           | 1,00         |           |
| 4.                                                                                        | Sprawność akumulacji                                                                                                                                                | [-]           | 1,00                                           | 1,00         |           |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji                                                     |                                                                                                                                                                     |               |                                                |              |           |
| 1.                                                                                        | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)                                                                                                                    |               | naturalna                                      | mechaniczna  |           |
| 2.                                                                                        | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza                                                                                                                      |               | okna /kanały                                   | okna /kanały |           |
| 3.                                                                                        | Strumień powietrza zewnętrznego                                                                                                                                     | [m³/h]        | 2 139                                          | 2 000        |           |
| 4.                                                                                        | Krotność wymian powietrza                                                                                                                                           | [1/h]         | 1,00                                           | 0,94         |           |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku                                                   |                                                                                                                                                                     |               |                                                |              |           |
| 1.                                                                                        | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego                                                                                                                         | [kW]          | 56,38                                          | 56,38        |           |
| 2.                                                                                        | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej                                                                                          | [kW]          | 1,25                                           | 1,25         |           |
| 3.                                                                                        | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)                                      | [GJ/rok]      | 424,03                                         | 271,11       |           |
| 4.                                                                                        | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)                                    | [GJ/rok]      | 740,15                                         | 348,29       |           |
| 5.                                                                                        | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej                                                                                         | [GJ/rok]      | 30,47                                          | 30,47        |           |
| 6.                                                                                        | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | [GJ/rok]      | -                                              | -            |           |
| 7.                                                                                        | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)                   | [GJ/rok]      | -                                              | -            |           |
| 8.                                                                                        | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku ( bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)                          | [kWh/(m²rok)] | 118,25                                         | 75,61        |           |
| 9.                                                                                        | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)                            | [kWh/(m²rok)] | 206,41                                         | 97,13        |           |
| 10.                                                                                       | Udział odnawialnych źródeł energii                                                                                                                                  | [%]           | -                                              | -            |           |
| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)                           |                                                                                                                                                                     |               |                                                |              |           |
| 1.                                                                                        | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku                                                                                                                          | [zł/GJ]       | 54,47                                          | 54,47        |           |
| 2.                                                                                        | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc                                                                                                                 | [zł/(MW m-c)] | -                                              | -            |           |
| 3.                                                                                        | Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej                                                                                                                     | [zł/m³]       | 181,58                                         | 181,58       |           |
| 4.                                                                                        | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc                                                                                       | [zł/(MW m-c)] | -                                              | -            |           |
| 5.                                                                                        | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej                                                                                                              | [zł/(m² m-c)] | 4,29                                           | 2,35         |           |
| 6.                                                                                        | Miesięczna opłata abonamentowa                                                                                                                                      | [zł/m-c]      | -                                              | -            |           |
| 7.                                                                                        | Inne                                                                                                                                                                | [zł]          | -                                              | -            |           |
| 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego |                                                                                                                                                                     |               |                                                |              |           |
| Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>                                                     | [zł]                                                                                                                                                                | 309 400,00    | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię | [%]          | 50,85     |
| Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>                                                  | [zł]                                                                                                                                                                | 309 400,00    | Premia termomodernizacyjna                     | [zł]         | 46 404,08 |
| Roczna oszczędność kosztów energii                                                        | [zł/rok]                                                                                                                                                            | 23 202,04     |                                                |              |           |

<sup>1)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną.

<sup>2)</sup> Podane koszty są kosztami szacunkowymi.

### **3. Podstawa opracowania.**

#### **3.1 Cel i zakres opracowania.**

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Urzędu Stanu Cywilnego w Zgierzu przy ul. 1 Maja 5 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

#### **3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.**

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - (Dz. U. Nr 223, poz. 1459),
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2015, poz. 1606).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015, poz. 376).
6. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
7. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006, „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

9. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków
10. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
11. Normy związane
12. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
13. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
14. Inwentaryzacja techniczna budynku.
15. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
16. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
17. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

### **3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zlecniodawcy) .**

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
3. Wszelkie prace budowlane i instalacyjne można wykonać po uzyskaniu zgody konserwatora zabytków.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

|                                                         |                                 |                                 |                                                                  |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 4.1 Dane identyfikujące budynek                         |                                 |                                 |                                                                  |
| Rodzaj budynku                                          | Budynek użyteczności publicznej | Rok budowy                      | 1900                                                             |
| Adres budynku                                           | ul. 1 Maja 5<br>95 – 100 Zgierz | Właściciel                      | Gmina Miasto Zgierz,<br>pl. Jana Pawła II 16,<br>95 – 100 Zgierz |
| 4.2 Dane techniczne ogólne                              |                                 |                                 |                                                                  |
| Konstrukcje, technologia (system)                       | Tradycyjna                      |                                 |                                                                  |
| Liczba kondygnacji                                      | podziemnych                     | nadziemnych                     |                                                                  |
|                                                         | 1                               | 2                               |                                                                  |
| Rodzaj dachu                                            | Dach kryty blachodachówką       |                                 |                                                                  |
| Kubatura                                                | części ogrzewanej               | część nieogrzewana              |                                                                  |
|                                                         | 2 580                           | 979                             |                                                                  |
| Powierzchnia                                            | części ogrzewanej               | część nieogrzewana              |                                                                  |
|                                                         | 996,07                          | 268,73                          |                                                                  |
| Powierzchnia całkowita                                  | 1 264,80                        |                                 |                                                                  |
| Wysokość kondygnacji                                    | nadziemnych                     | podziemnych                     |                                                                  |
|                                                         | 3,4                             | 2,7                             |                                                                  |
| Liczba pomieszczeń                                      | -                               |                                 |                                                                  |
| Liczba osób użytkująca budynek                          | czasowa                         | stała                           |                                                                  |
|                                                         | 10                              | -                               |                                                                  |
| Czas użytkowania budynku                                | dni tygodnia                    | godziny                         |                                                                  |
|                                                         | 5                               | 12                              |                                                                  |
| 4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych |                                 |                                 |                                                                  |
| Przegroda                                               | Położenie                       | Pow. netto<br>[m <sup>2</sup> ] | U<br>[W/m <sup>2</sup> K]                                        |
| Dach                                                    |                                 | 467,98                          | 0,246                                                            |
| Ściana zewnętrzna [SZ-1]                                |                                 | 458,57                          | 1,014                                                            |
| Okna                                                    | S                               | 13,68                           | 1,500                                                            |
|                                                         | SW                              | 0,00                            | 1,500                                                            |
|                                                         | W                               | 24,80                           | 1,500                                                            |
|                                                         | NW                              | 0,00                            | 1,500                                                            |
|                                                         | N                               | 13,52                           | 1,500                                                            |
|                                                         | NE                              | 1,92                            | 1,500                                                            |
|                                                         | E                               | 28,60                           | 1,500                                                            |
|                                                         | SE                              | 0,00                            | 1,500                                                            |
| Drzwi wejściowe                                         |                                 | 8,07                            | 1,700                                                            |
| Strop nad piwnicą                                       |                                 | 421,60                          | 0,736                                                            |

## **5. Ocena stanu technicznego budynku**

### **5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.**

W opracowaniu analizie poddano budynek Urzędu Stanu Cywilnego, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. 1 Maja 5. Budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków i jest wybudowany w technologii tradycyjnej. Obiekt jest podpiwniczony. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej grubości 60cm, nieocieplone. Nad budynkiem zastosowano dach konstrukcji drewnianej, kryty blachodachówką, ocieplony wełną mineralną. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród nieprzezroczystych powinna wynosić

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| - dla dachów, stropodachów            | - 0,18 W/m <sup>2</sup> K, |
| - dla ścian zewnętrznych              | - 0,23 W/m <sup>2</sup> K, |
| - dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą | - 0,25 W/m <sup>2</sup> K, |

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| - stropodach        | - 0,246 W/m <sup>2</sup> K, |
| - ściany zewnętrzne | - 1,014 W/m <sup>2</sup> K, |
| - strop nad piwnicą | - 0,736 W/m <sup>2</sup> K  |

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą. Ze względów ekonomicznych (bardzo długie SBPT) w opracowaniu nie będzie analizowane docieplenie dachu. Ze względu na brak zgody konserwatora zabytków w opracowaniu nie będzie analizowane ocieplenie ścian zewnętrznych.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród przezroczystych powinna wynosić:

- |         |                         |
|---------|-------------------------|
| - okna  | -1,3 W/m <sup>2</sup> K |
| - drzwi | -1,7 W/m <sup>2</sup> K |

W budynku w ramach prac termomodernizacyjnych starą stolarkę okienną wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła 1,5 W/m<sup>2</sup>K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana.

W budynku w ramach prac termomodernizacyjnych starą stolarkę drzwiową wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/m<sup>2</sup>K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu nie będzie analizowana jej wymiana

## **5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.**

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł cieplny, zlokalizowany w piwnicy budynku. Węzeł jest w dobrym stanie technicznym. Przy węźle zainstalowano licznik ciepła na potrzeby instalacji c.o. Instalacja c.o. wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest zły, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie kompleksowa modernizacja instalacji c.o., polegająca na wymianie orurowania oraz montażu nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi.

## **5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.**

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy elektrycznych, bezpośrednio przy punktach odbioru. Przyjęte rozwiązania są właściwe technicznie, dlatego modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

## **5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.**

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ze względu na niedostateczną wymianę powietrza w pomieszczeniach, w opracowaniu przeanalizowany zostanie montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z rekuperacją.

## **6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.**

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- montaż wentylacji mechanicznej,
- wymianę instalacji c.o.
- wymianę grzejników,
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,

## **7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Poniżej dokonano wstępnej optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło rozpatrywanego budynku poprzez zmniejszenie strat przez przenikanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

### 7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

| Lp. | Grupa usprawnień                                                                                                                | Rodzaje usprawnień                                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                                                               | 3                                                                                             |
| 1   | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego | Montaż wentylacji mechanicznej z rekuperacją.                                                 |
| 2   | Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania                                                   | Wymiana instalacji c.o.<br>Wymiana grzejników.<br>Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi |

### 7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.

Optimalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- $N_{Ok}$  – planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi, zł,
- $N_W$  – planowane koszty robót związane z modernizacją wentylacji, zł,
- $\Delta O_{rOk}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,
- $\Delta O_{rW}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,

Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}$  dla n-tego źródła oblicza się z wzoru:

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_0, Q_1$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
  - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
  - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo zł/m<sup>3</sup> przeliczonej na zł/GJ,
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,
- $y_0, y_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $q_0, q_1$  - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,
- $O_{0m}, O_{1m}$  - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW\*miesiąc),
  - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW\*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych,

odniesionych do mocy źródła, zł/(MW\*miesiąc),

$Ab_0, Ab_1$ - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf}, \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

gdzie:

$U$  - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji,  $\text{W}/(\text{m}^2 * \text{K})$ , przy czym przed termomodernizacją – w przypadku okien lub drzwi przewidzianych do wymiany przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy i powiększony o nie więcej niż 20% w zależności od oceny stanu technicznego okna lub drzwi, a w przypadku wymienionych okien lub drzwi przyjęty na podstawie deklaracji właściwości użytkowych lub aprobaty technicznej; po termomodernizacji wartość ta nie może być wyższa niż wartość określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,

$A_{Ok}$  - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji,  $\text{m}^2$ ,

$S_d$  - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień\* $\text{K}/\text{rok}$ ,

$Q_{inf}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (8),  $\text{GJ/rok}$ .

Liczbę stopniodni  $S_d$  oblicza się wg wzoru:

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m), \quad [\text{dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}] \quad (4)$$

gdzie:

$t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$t_e(m)$  - średnia wieloletnia temperatura miesiąca  $m$ , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$L_d(m)$  - liczba dni ogrzewania w miesiącu  $m$ , podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,

$L_g$  - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{Ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}, \quad [GJ/rok] \quad (5)$$

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

$U$  - jak we wzorze (3),

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$V_{nom}$  - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw,  $m^3/h$ ,

$c_r$  - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,

$c_w$  - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną  $q_0$ ,  $q_1$  w przypadku, gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}, \quad [MW] \quad (6)$$

gdzie:

$t_{w0}$  - jak we wzorze (4),

$t_{z0}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych,  $^{\circ}C$

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$U$  - jak we wzorze (3),

$a$  - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określany w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia,  $m^3/(m*h*daPa^{2/3})$ ,

$l$  - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną  $q_0$ ,  $q_1$  w, przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_{Ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U + 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0}), \quad [MW] \quad (7)$$

gdzie:

$t_{w0}$  - jak we wzorze (4),

$t_{z0}$  - jak we wzorze (6),

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$U$  - jak we wzorze (3),

$V_{obl}$  - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny  $c_m$  zgodnie z tabelą 2,  $m^3/h$ ,

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi  $Q_{0inf}$ ,  $Q_{1inf}$  oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{w0} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

$a$  - jak we wzorze (6),

$l$  - jak we wzorze (6),

$t_{w0}$ ,  $t_e(m)$  - jak we wzorze (4),

$Ld(m)$  - jak we wzorze (4).

**UWAGA:** Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwem Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków - dla miasta Łódź:

| Miesiąc                                                         | I    | II   | III | IV  | V    | IX   | X   | XI  | XII |
|-----------------------------------------------------------------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| $T_e(m)$                                                        | -1,0 | -1,0 | 3,3 | 7,6 | 13,5 | 12,9 | 6,6 | 3,8 | 0,7 |
| $Ld(m)$                                                         | 31   | 28   | 31  | 30  | 5    | 5    | 31  | 30  | 31  |
| Obliczeniowa temperatura zewnętrzna, $T_{emin} = -20,0^\circ C$ |      |      |     |     |      |      |     |     |     |

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w analizowanym budynku zastosowano wentylację grawitacyjną. Ponieważ w obiekcie występują problemy z obiegiem powietrza, proponuje się zastosowanie wentylacji wymuszonej. W tym celu przewidziano zainstalowanie centrali wentylacyjnej, wyposażonej w kompletną instalację nawiewno – wywiewną, złożoną z :

- nawiew: czerpni, filtrów, wentylatorów z płynną regulacją, nagrzewnic i chłodnic wraz z instalacjami, przepustnic, kanałów wraz z izolacjami, kratek, regulatorów itd.
- wywiew: kanałów z izolacjami, kratek, wentylatorów, przepustnic, wyrzutni.

W celu oszczędności energii przewidziano dodatkowo zainstalowanie wymiennika krzyżowego o sprawności minimum 67 %. Założono sumaryczną wydajność wentylacji mechanicznej 2 000 m<sup>3</sup>/h. Dodatkowo przewidziano zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnych czujników CO<sub>2</sub>.

Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

| Strumień powietrza | V <sub>1</sub><br>[m <sup>3</sup> /h] | ρ*c <sub>p</sub><br>[J/m <sup>3</sup> /K] | H <sub>v</sub><br>[W/K] | Sd<br>-  | Q<br>GJ | ΔQ<br>GJ |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|----------|---------|----------|
| Obecnie            | 2 139                                 | 0,33                                      | 706                     | 3 696,40 | 225,39  | 155,83   |
| Docelowo           | 2 000                                 | 0,33                                      | 218                     | 3 696,40 | 69,56   |          |

Natomiast opłacalność przedsięwzięcia zamieszczono w poniższej tabeli:

| ΔQ     | Oszczędność | Szacunkowy nakład | SPBT  |
|--------|-------------|-------------------|-------|
| GJ     | zł          | zł                | lat   |
| 155,83 | 10 793,74   | 176 000,00        | 16,31 |

Z przeprowadzonej analizy wynika, że modernizacja instalacji wentylacji zwróci się w ciągu 16,31 lat.

### 7.3 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

| Lp. | Opis wprowadzonej modernizacji | Szacunkowy koszt [zł] | SPBT  |
|-----|--------------------------------|-----------------------|-------|
| 1   | 2                              | 3                     | 4     |
| 1   | Modernizacja wentylacji        | 176 000,00            | 16,31 |

#### 7.4 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

Poniżej w tabelach zestawiono przewidywane koszty modernizacji budynku dla poszczególnych wariantów. W kosztach uwzględniono wszystkie czynniki (robociznę, materiały, sprzęt itd.). Grubości warstw dociepleń przyjęto na podstawie powyższej analizy. Powierzchnie wymiany ciepła obliczono na podstawie projektu technicznego budynku.

**Tabela 7a. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu I**

| Lp. | Opis wprowadzonej modernizacji | Szacunkowy koszt [zł] | SPBT  |
|-----|--------------------------------|-----------------------|-------|
| 1   | 2                              | 3                     | 4     |
| 1   | Modernizacja wentylacji        | 176 000,00            | 16,31 |
|     | Ogółem                         | 176 000,00            |       |

#### 7.5 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień. Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- $N_{CO}$  – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,
- $\Delta O_{rCO}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rCO}$  dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

- $Q_{0CO}$  - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia, GJ/rok,
- $\eta_0, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (3),
- $w_{t0}, w_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- $w_{d0}, w_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła, odpowiadająca:  
dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,  
dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,  
dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo  $\text{zł/m}^3$  przeliczonej na zł/GJ,  
dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,
- $y_0, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- $q_{0m}, q_{1m}$  - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- $Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Całkowitą sprawność systemu grzewczego  $\eta_0, \eta_1$ , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (3)$$

gdzie:

- $\eta_w$  – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_p$  – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_r$  – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_e$  – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu zarówno instalacja c.o. jak i grzejniki są w złym stanie technicznym, w związku z tym przewidziano kompleksową modernizację instalacji c.o., polegającą na montażu nowego orurowania wraz z izolacjami, nowych grzejników oraz zainstalowanie przy grzejnikach zaworów regulacyjnych z głowicami termostatycznymi.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

| Lp. | Omówienie                                                                             | Jednostka | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|----------------------|
| 1   | Obliczeniowa moc cieplna CO                                                           | MW        | 0,0564          | 0,0564               |
| 2   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności                      | GJ/rok    | 424             | 424                  |
| 3   | Ogólna sprawność CO                                                                   | -         | 0,5729          | 0,7784               |
| 4   | Obniżenie nocne                                                                       | -         | 1,00            | 1,00                 |
| 5   | Obniżenie tygodniowe                                                                  | -         | 1,00            | 1,00                 |
| 6   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu | GJ/rok    | 740,15          | 544,75               |
| 7   | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym                                        | zł/rok    | 51 266,23       | 39 696,59            |
| 8   | Oszczędność kosztów                                                                   | zł/rok    |                 | 11 569,64            |
| 9   | Szacunkowy koszt modernizacji                                                         | zł        |                 | 133 400,00           |
| 10  | SPBT                                                                                  | lat       |                 | 11,53                |

## **8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w § 6 pkt 4 rozporządzenia, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, oblicza się kolejno:

- a) planowane koszty całkowite  $N$ , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii,
- b) kwotę rocznych oszczędności  $\Delta O_r$  przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- c) zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- d) kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- e) obliczenie wysokości premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy,

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

| wariant | CO              |                 |        |   |                      | CWU       |                  |                  | CO+CWU     |                     | Oszczędności |        |           |
|---------|-----------------|-----------------|--------|---|----------------------|-----------|------------------|------------------|------------|---------------------|--------------|--------|-----------|
|         | q <sub>CO</sub> | Q <sub>CO</sub> | η      | w | Q <sub>CO</sub> ·w/η | Oplata CO | q <sub>CWU</sub> | Q <sub>CWU</sub> | Oplata CWU | Q <sub>CO+CWU</sub> | KOSZT        |        |           |
|         | MW              | GJ/rok          | -      | - | GJ/rok               | zł/rok    | MW               | GJ/rok           | zł/rok     | GJ/rok              | zł/rok       | GJ/rok | zł/rok    |
| 0       | 0,0564          | 424,03          | 0,5729 | 1 | 740,15               | 51 266,23 | 0,000            | 30,47            | 5 300,87   | 771                 | 56 567,10    |        |           |
| I+A     | 0,0564          | 271,11          | 0,7784 | 1 | 348,29               | 28 064,19 | 0,000            | 30,47            | 5 300,87   | 379                 | 33 365,06    | 392    | 23 202,04 |
| A       | 0,0564          | 424,03          | 0,7784 | 1 | 544,75               | 39 696,59 | 0,000            | 30,47            | 5 300,87   | 575                 | 44 997,46    | 195    | 11 569,64 |

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite <sup>1)</sup> | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię | Szacunkowa planowana kwota środków własnych i kwota kredytu <sup>2)</sup> |            |      |           | Premia termomodernizacyjna |                         |
|-----|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------|------|-----------|----------------------------|-------------------------|
|     |                                               |                                          |                                    |                                                   | [zł]                                                                      | [zł]       | [zł] | [zł]      | 20% kredytu                | 16% kosztów całkowitych |
|     |                                               |                                          |                                    |                                                   | [zł]                                                                      | [zł]       | [zł] | [zł]      | [zł]                       | 2 lata oszczędności     |
| 1   | 2                                             | 3                                        | 4                                  | 5                                                 | 6                                                                         | 7          | 8    | 9         |                            |                         |
| 1   | I+A                                           | 309 400,00                               | 23 202,04                          | 50,85                                             | 0,00                                                                      | 309 400,00 | 0,00 | 61 880,00 | 49 504,00                  | 46 404,08               |
| 2   | A                                             | 133 400,00                               | 11 569,64                          | 25,36                                             | 0,00                                                                      | 133 400,00 | 0,00 | 26 680,00 | 21 344,00                  | 23 139,28               |

<sup>1)</sup> Podana kwota jest wielkością szacunkową

<sup>2)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną

## **9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.**

Optymalnym wariantem jest wariant Nr 1 (A) i spełnia on wszystkie wymogi Ustawy. Również pozostałe warianty mogą być realizowane, ponieważ spełniają wszystkie wymogi Ustawy. Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

### 1. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania oraz źródła ciepła poprzez:

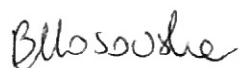
- wymianę przewodów rurowych stalowych na przewody z rur z tworzywa sztucznego, zestabilizowanych aluminium,
- wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe,
- montaż zaworów z głowicami termostatycznymi,
- montaż zaworów podpionowych,
- montaż automatycznych odpowietrzników,
- regulację instalacji grzewczej,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

### 2. Modernizację instalacji wentylacji poprzez:

- montaż centrali wentylacyjnej o wydajności około 2 000 m<sup>3</sup>, wyposażonej w kompletne instalacje nawiewno – wywiewne,
- montaż wymiennika krzyżowego o sprawności minimum 67 %, w celu odzysku ciepła,
- zainstalowanie w kanałach wentylacji wywiewnej czujników CO<sub>2</sub>,
- montaż licznika chłodu,
- prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

## 10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

|   |                                                                     |            |     |
|---|---------------------------------------------------------------------|------------|-----|
| 1 | Całkowity szacunkowy koszt robót                                    | 309 400,00 | zł  |
| 2 | Przewidywana premia termomodernizacyjna                             | 46 404,08  | zł  |
| 3 | Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji | 23 202,04  | zł  |
| 4 | Czas zwrotu nakładów SPBT                                           | 13,34      | lat |



*mgr inż. Barbara Kosowska*

## ZAŁĄCZNIKI

### **Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.**

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb c.o. obecnie i docelowo

|                               |               | Ceny bez VAT | Ceny z VAT 23% |
|-------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| Oplata stała za moc zamówioną | zł(MW*m-c)    | 4 646,22     | 5 714,85       |
| Przesył                       | zł(MW*m-c)    | 4 293,44     | 5 280,93       |
| Razem opłata stała            | zł(MW*m-c)    | 8 939,66     | 10 995,78      |
|                               |               |              |                |
| Oplata zmienna za ciepło      | zł/GJ         | 32,83        | 40,38          |
| Przesył                       | zł/GJ         | 15,31        | 18,83          |
| Razem opłata zmienna          | zł/GJ         | 48,14        | 59,21          |
|                               |               |              |                |
| Abonament                     | zł/(pkt.*m-c) | 0,00         | 0,00           |

| Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb c.w.u. obecnie i docelowo                                                                        |        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Cena jednostkowa z uwzg. wszystkich składników stałych i zmiennych                                                                   | zł/kWh | 0,6263 |
|                                                                                                                                      | zł/GJ  | 173,97 |
| Ceny jednostkowe są cenami brutto i nie zawierają kosztów nieulegających zmianie (np. koszt obsługi. korzystania ze środowiska itp.) |        |        |

## Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.

| Przegroda                       | Wyszczególnienie   | $d_i$ | $d$   | $\lambda$            | $R$                | $U$                  |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------------|--------------------|----------------------|
|                                 |                    | [cm]  | [m]   | W/mK                 | m <sup>2</sup> K/W | [W/m <sup>2</sup> K] |
| <b>Dach</b>                     | Blachodachówka     | 1,5   | 0,015 | 59,000               | 0,000              | 0,246                |
|                                 | Deska sosnowa      | 2,5   | 0,025 | 0,160                | 0,156              |                      |
|                                 | Wełna mineralna    | 15,0  | 0,150 | 0,040                | 3,750              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wap.     | 1,5   | 0,015 | 0,82                 | 0,018              |                      |
|                                 | R                  |       |       |                      | 3,925              |                      |
|                                 | R <sub>si</sub>    |       |       |                      | 0,100              |                      |
|                                 | R <sub>se</sub>    |       |       |                      | 0,040              |                      |
|                                 | R <sub>T</sub>     |       |       |                      | 4,065              |                      |
| <b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b> | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              | 1,014                |
|                                 | Mur z cegły pełnej | 60,0  | 0,600 | 0,770                | 0,779              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              |                      |
|                                 | R                  |       |       |                      | 0,816              |                      |
|                                 | R <sub>si</sub>    |       |       |                      | 0,130              |                      |
|                                 | R <sub>se</sub>    |       |       |                      | 0,040              |                      |
|                                 | R <sub>T</sub>     |       |       |                      | 0,986              |                      |
| <b>Strop nad piwnicą</b>        | Kleпка drewniana   | 2,5   | 0,025 | 0,160                | 0,156              | 0,736                |
|                                 | Gładź cementowa    | 3,0   | 0,03  | 1,00                 | 0,030              |                      |
|                                 | Polepa             | 3,0   | 0,03  | 0,09                 | 0,333              |                      |
|                                 | Strop              | 24,0  | 0,24  |                      | 0,480              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              |                      |
|                                 | R                  |       |       |                      | 1,018              |                      |
|                                 | R <sub>si</sub>    |       |       |                      | 0,170              |                      |
|                                 | R <sub>se</sub>    |       |       |                      | 0,170              |                      |
|                                 | R <sub>T</sub>     |       |       |                      | 1,358              |                      |
| <b>Okna</b>                     |                    |       |       | $U_0$                | Wsp.               | $U$                  |
|                                 |                    |       |       | [W/m <sup>2</sup> K] | -                  | [W/m <sup>2</sup> K] |
|                                 |                    |       |       | 1,500                | 1,0                | 1,500                |
| <b>Drzwi wejściowe</b>          |                    |       |       | 1,700                | 1,0                | 1,700                |

### Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

| Przegroda                       | Wyszczególnienie   | $d_1$ | $d$   | $\lambda$            | $R$                | $U$                  |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------------|--------------------|----------------------|
|                                 |                    | [cm]  | [m]   | W/mK                 | m <sup>2</sup> K/W | [W/m <sup>2</sup> K] |
| <b>Dach</b>                     | Blachodachówka     | 1,5   | 0,015 | 59,000               | 0,000              | 0,246                |
|                                 | Deska sosnowa      | 2,5   | 0,025 | 0,160                | 0,156              |                      |
|                                 | Wełna mineralna    | 15,0  | 0,150 | 0,040                | 3,750              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wap.     | 1,5   | 0,015 | 0,82                 | 0,018              |                      |
|                                 | $R$                |       |       |                      | 3,925              |                      |
|                                 | $R_{si}$           |       |       |                      | 0,100              |                      |
|                                 | $R_{se}$           |       |       |                      | 0,040              |                      |
|                                 | $R_T$              |       |       |                      | 4,065              |                      |
| <b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b> | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              | 1,014                |
|                                 | Mur z cegły pełnej | 60,0  | 0,600 | 0,770                | 0,779              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              |                      |
|                                 | $R$                |       |       |                      | 0,816              |                      |
|                                 | $R_{si}$           |       |       |                      | 0,130              |                      |
|                                 | $R_{se}$           |       |       |                      | 0,040              |                      |
|                                 | $R_T$              |       |       |                      | 0,986              |                      |
| <b>Strop nad piwnicą</b>        | Kleпка drewniana   | 2,5   | 0,025 | 0,160                | 0,156              | 0,736                |
|                                 | Gładź cementowa    | 3,0   | 0,03  | 1,00                 | 0,030              |                      |
|                                 | Polepa             | 3,0   | 0,03  | 0,09                 | 0,333              |                      |
|                                 | Strop              | 24,0  | 0,24  |                      | 0,480              |                      |
|                                 | Tynk cem.-wapienny | 1,5   | 0,015 | 0,820                | 0,018              |                      |
|                                 | $R$                |       |       |                      | 1,018              |                      |
|                                 | $R_{si}$           |       |       |                      | 0,170              |                      |
|                                 | $R_{se}$           |       |       |                      | 0,170              |                      |
|                                 | $R_T$              |       |       |                      | 1,358              |                      |
| <b>Okna</b>                     |                    |       |       | $U_0$                | Wsp.               | $U$                  |
|                                 |                    |       |       | [W/m <sup>2</sup> K] | -                  | [W/m <sup>2</sup> K] |
|                                 |                    |       |       | 1,500                | 1,0                | 1,500                |
| <b>Drzwi wejściowe</b>          |                    |       |       | 1,700                | 1,0                | 1,700                |

# Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

| Wyszczególnienie                         | Jednostka         | I                       | II     | III    | IV     | V      | IX     | X      | XI     | XII    | ogółem  |
|------------------------------------------|-------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Srednia temp. miesiąca                   | [°C]              | -1,0                    | -1,0   | 3,3    | 7,6    | 13,5   | 12,9   | 6,6    | 3,8    | 0,7    |         |
| Różnica temperatur                       | [°C]              | 21,0                    | 21,0   | 16,7   | 12,4   | 6,5    | 7,1    | 13,4   | 16,2   | 19,3   |         |
| Liczba dni w miesiącu                    |                   | 31                      | 28     | 31     | 30     | 5      | 5      | 31     | 30     | 31     | 222     |
| Liczba sekund w mies.                    | [Msek.]           | 2,678                   | 2,419  | 2,678  | 2,592  | 0,432  | 0,432  | 2,678  | 2,592  | 2,678  | 19,181  |
| Straty                                   | $H_{tr}, H_{se}$  |                         |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Dach                                     | [MJ]              | 6 476                   | 5 849  | 5 150  | 3 700  | 323    | 353    | 4 132  | 4 834  | 5 951  | 36 769  |
| Ściana zewnętrzna [SZ-1]                 | [MJ]              | 26 164                  | 23 632 | 20 807 | 14 951 | 1 306  | 1 427  | 16 695 | 19 533 | 24 046 | 148 561 |
| Okna                                     | [MJ]              | 6 962                   | 6 288  | 5 536  | 3 978  | 348    | 380    | 4 442  | 5 197  | 6 398  | 39 528  |
| Drzwi wejściowe                          | [MJ]              | 771                     | 697    | 613    | 441    | 38     | 42     | 492    | 576    | 709    | 4 379   |
| Strop nad piwnicą                        | [MJ]              | 13 971                  | 12 619 | 11 110 | 7 983  | 697    | 762    | 8 915  | 10 430 | 12 840 | 79 327  |
| Mostki liniowe                           | [MJ]              | 4 485                   | 4 051  | 3 567  | 2 563  | 224    | 245    | 2 862  | 3 348  | 4 122  | 25 466  |
| Straty przez przegrody                   | [MJ]              | 58 828                  | 53 135 | 46 783 | 33 616 | 2 937  | 3 208  | 37 538 | 43 918 | 54 066 | 334 030 |
| Wentylacja                               | [MJ]              | 39 695                  | 35 854 | 31 567 | 22 683 | 1 982  | 2 165  | 25 329 | 29 634 | 36 482 | 225 392 |
| Całkowite przenoszenie ciepła            | [MJ]              | 98 524                  | 88 989 | 78 350 | 56 299 | 4 919  | 5 373  | 62 868 | 73 552 | 90 548 | 559 422 |
| Zyski słoneczne                          | [MJ]              | 3 607                   | 3 919  | 8 718  | 11 709 | 15 560 | 9 260  | 6 318  | 3 033  | 2 409  | 64 532  |
| Zyski wewnętrzne                         | [MJ]              | 12 539                  | 11 326 | 12 539 | 12 135 | 2 022  | 2 022  | 12 539 | 12 135 | 12 539 | 89 795  |
| Razem zyski                              | [MJ]              | 16 146                  | 15 244 | 21 257 | 23 844 | 17 582 | 11 282 | 18 857 | 15 168 | 14 948 | 154 327 |
| Stosunek zysków do przenoszenia          |                   | 0,1639                  | 0,1713 | 0,2713 | 0,4235 | 3,5747 | 2,1000 | 0,2999 | 0,2062 | 0,1651 | 0,2759  |
| Typ budynku                              |                   | bardzo ciężki (370 000) |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Powierzchnia ogrzewana                   | [m <sup>2</sup> ] | 996                     |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Pojemność cieplna                        | [J/K]             | 368 545 900             |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Stała czasowa                            | [h]               | 58                      |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Metoda obliczeniowa                      |                   | miesięczna              |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$ |                   | 1                       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$      | [h]               | 15                      |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Parametr numeryczny $a_H$                |                   | 4,90                    |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Parametr numeryczny $a_H + 1$            |                   | 5,90                    |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| $\eta$                                   |                   | 0,9999                  | 0,9999 | 0,9988 | 0,9914 | 0,2794 | 0,4695 | 0,9981 | 0,9997 | 0,9999 |         |
| Zyski ciepła                             | [MJ]              | 16 144                  | 15 242 | 21 231 | 23 638 | 4 912  | 5 297  | 18 820 | 15 162 | 14 946 | 135 392 |
| Zapotrzebowanie ciepła                   | [MJ]              | 82 380                  | 73 747 | 57 119 | 32 662 | 7      | 75     | 44 047 | 58 390 | 75 602 | 424 030 |

# Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

| Wyszczególnienie                                | Jednostka         | I                | II     | III    | IV     | V      | IX     | X      | XI     | XII    | ogółem  |
|-------------------------------------------------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Średnia temp. miesięca                          | [°C]              | -1,0             | -1,0   | 3,3    | 7,6    | 13,5   | 12,9   | 6,6    | 3,8    | 0,7    |         |
| Różnica temperatur                              | [°C]              | 21,0             | 21,0   | 16,7   | 12,4   | 6,5    | 7,1    | 13,4   | 16,2   | 19,3   |         |
| Liczba dni w miesiącu                           |                   | 31               | 28     | 31     | 30     | 5      | 5      | 31     | 30     | 31     | 222     |
| Liczba sekund w mies.                           | [Msek.]           | 2,678            | 2,419  | 2,678  | 2,592  | 0,432  | 0,432  | 2,678  | 2,592  | 2,678  | 19,181  |
| Przegroda                                       | Htr Hve           |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Dach                                            | [MJ]              | 6 476            | 5 849  | 5 150  | 3 700  | 323    | 353    | 4 132  | 4 834  | 5 951  | 36 769  |
| Ściana zewnętrzna [SZ-1]                        | [MJ]              | 26 164           | 23 632 | 20 807 | 14 951 | 1 306  | 1 427  | 16 695 | 19 533 | 24 046 | 148 561 |
| Okna                                            | [MJ]              | 6 962            | 6 288  | 5 536  | 3 978  | 348    | 380    | 4 442  | 5 197  | 6 398  | 39 528  |
| Drzwi wejściowe                                 | [MJ]              | 771              | 697    | 613    | 441    | 38     | 42     | 492    | 576    | 709    | 4 379   |
| Mostki liniowe                                  | [MJ]              | 4 485            | 4 051  | 3 567  | 2 563  | 224    | 245    | 2 862  | 3 348  | 4 122  | 25 466  |
| Strop nad piwnicą                               | [MJ]              | 13 971           | 12 619 | 11 110 | 7 983  | 697    | 762    | 8 915  | 10 430 | 12 840 | 79 327  |
| Straty przez przegrody                          | [MJ]              | 58 828           | 53 135 | 46 783 | 33 616 | 2 937  | 3 208  | 37 538 | 43 918 | 54 066 | 334 030 |
| Wentylacja                                      | [MJ]              | 12 250           | 11 065 | 9 742  | 7 000  | 612    | 668    | 7 817  | 9 146  | 11 259 | 69 559  |
| Całkowite przenoszenie ciepła                   | [MJ]              | 71 079           | 64 200 | 56 525 | 40 617 | 3 548  | 3 876  | 45 355 | 53 064 | 65 325 | 403 588 |
| Zyski słoneczne                                 | [MJ]              | 3 607            | 3 919  | 8 718  | 11 709 | 15 560 | 9 260  | 6 318  | 3 033  | 2 409  | 64 532  |
| Zyski wewnętrzne                                | [MJ]              | 12 539           | 11 326 | 12 539 | 12 135 | 2 022  | 2 022  | 12 539 | 12 135 | 12 539 | 89 795  |
| Razem zyski                                     | [MJ]              | 16 146           | 15 244 | 21 257 | 23 844 | 17 582 | 11 282 | 18 857 | 15 168 | 14 948 | 154 327 |
| Stosunek zysków do przenoszenia                 |                   | 0,2271           | 0,2374 | 0,3761 | 0,5870 | 4,9549 | 2,9108 | 0,4158 | 0,2858 | 0,2288 | 0,3824  |
| Typ budynku                                     |                   | ciężki (260 000) |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Powierzchnia ogrzewana                          | [m <sup>2</sup> ] | 996              |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Pojemność cieplna                               | [J/K]             | 368 545 900      |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Stała czasowa                                   | [h]               | 81               |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Metoda obliczeniowa                             |                   | miesięczna       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Referencyjny parametr liczbowy a <sub>H,0</sub> |                   | 1                |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Stała czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>      | [h]               | 15               |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Parametr numeryczny a <sub>H</sub>              |                   | 6,40             |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1          |                   | 7,40             |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
| η                                               |                   | 0,9999           | 0,9999 | 0,9988 | 0,9861 | 0,2018 | 0,3433 | 0,9979 | 0,9998 | 0,9999 |         |
| Zyski ciepła                                    | [MJ]              | 16 145           | 15 243 | 21 232 | 23 512 | 3 548  | 3 873  | 18 817 | 15 164 | 14 947 | 132 480 |
| Zapotrzebowanie ciepła                          | [MJ]              | 54 934           | 48 957 | 35 293 | 17 105 | 0      | 3      | 26 538 | 37 899 | 50 378 | 271 108 |

## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

|   |                                  |          |      |                                                      |
|---|----------------------------------|----------|------|------------------------------------------------------|
| 1 | Rodzaj systemu zasilania         |          |      | sieć miejska                                         |
| 2 | Wytwarzanie ciepła               | $\eta_g$ | 0,93 | węzeł cieplny                                        |
| 3 | Przesyłanie ciepła               | $\eta_d$ | 0,80 | przewody poziome i pionowe w złym stanie technicznym |
| 4 | Regulacja i wykorzystanie ciepła | $\eta_e$ | 0,77 | regulacja centralna, bez regulacji miejscowej        |
| 5 | Akumulacja ciepła                | $\eta_s$ | 1,00 | brak zbiornika buforowego                            |
| 6 | Sprawność całkowita systemu      | $\eta_0$ | 0,57 |                                                      |
| 7 | Tygodniowe przerwy na ogrzewanie | $w_t$    | 1,00 | praca ciągła                                         |
| 8 | Dobowe przerwy na ogrzewanie     | $w_d$    | 1,00 | praca ciągła                                         |

Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

|   |                                  |          |      |                                      |
|---|----------------------------------|----------|------|--------------------------------------|
| 1 | Rodzaj systemu zasilania         |          |      | sieć miejska                         |
| 2 | Wytwarzanie ciepła               | $\eta_g$ | 0,93 | węzeł cieplny                        |
| 3 | Przesyłanie ciepła               | $\eta_d$ | 0,90 | przewody poziome i pionowe izolowane |
| 4 | Regulacja i wykorzystanie ciepła | $\eta_e$ | 0,93 | regulacja centralna i miejscowa      |
| 5 | Akumulacja ciepła                | $\eta_s$ | 1,00 | brak zbiornika buforowego            |
| 6 | Sprawność całkowita systemu      | $\eta_0$ | 0,78 |                                      |
| 7 | Tygodniowe przerwy na ogrzewanie | $w_t$    | 1,00 | praca ciągła                         |
| 8 | Dobowe przerwy na ogrzewanie     | $w_d$    | 1,00 | praca ciągła                         |

**Z-13 Ciepła woda użytkowa.**

| Wyszczególnienie                                | Jednostka                                | obecnie | docelowo |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|----------|
| Ciepło właściwe wody                            | $\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$              | 4,19    | 4,19     |
| Gęstość wody                                    | $\text{kg/dm}^3$                         | 1       | 1        |
| Powierzchnia pomieszczeń $A_f$                  | $\text{m}^2$                             | 996,07  | 996,07   |
| Liczba użytkowników                             | osoba                                    | 10      | 10       |
| Zużycie jednostkowe                             | $\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$    | 0,80    | 0,80     |
| Temperatura ciepłej wody                        | $^{\circ}\text{C}$                       | 55      | 55       |
| Temperatura wody zimnej                         | $^{\circ}\text{C}$                       | 10      | 10       |
| Współczynnik korekcyjny                         | -                                        | 0,55    | 0,55     |
| Czas pracy instalacji cwu                       | doba                                     | 365     | 365      |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego        | $\text{kWh/rok}$                         | 8 378,4 | 8 378,4  |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego         | $\text{GJ/rok}$                          | 30,2    | 30,2     |
| Sprawność wytwarzania                           | -                                        | 0,990   | 0,990    |
| Sprawność przesyłu                              | -                                        | 1,000   | 1,000    |
| Sprawność akumulacji                            | -                                        | 1,000   | 1,000    |
| Sprawność sezonowa wykorzystania                | -                                        | 1,000   | 1,000    |
| Sprawność całkowita                             | -                                        | 0,990   | 0,990    |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego         | $\text{kWh/rok}$                         | 8 463,0 | 8 463,0  |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego         | $\text{GJ/rok}$                          | 30,5    | 30,5     |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła        | $\text{m}^3/\text{h}$                    | 0,004   | 0,004    |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru      | -                                        | 5,314   | 5,314    |
| Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody | $\text{GJ/m}^3$                          | 0,190   | 0,190    |
| Max. moc c.w.u.                                 | $\text{kW}$                              | 1,25    | 1,25     |
| Średnia moc c.w.u.                              | $\text{kW}$                              | 0,2     | 0,2      |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię    | $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$ | 8,5     | 8,5      |

## Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 86 sztuk opraw o mocy 72 W oraz żarowe w ilości 53 sztuk opraw o mocy 40 W, 17 sztuk opraw o mocy 80W, 8 sztuk opraw o mocy 320 W oraz 1 oprawę o mocy 600 W.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

$A_f$  - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [ $\text{m}^2$ ].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  obliczono na podstawie wzoru:

$$LENI = P_N / 1000 \cdot t \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

$P_N$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/m],

$t$  - czas użytkowania oświetlenia [h/rok].

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

| Rodzaj opraw oświetleniowych | Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W | Ilość szt | Moc opraw oświetleniowych W |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| przed modernizacją           | 600                                     | 1         | 600                         |
|                              | 320                                     | 8         | 2 560                       |
|                              | 80                                      | 17        | 1 360                       |
|                              | 72                                      | 86        | 6 192                       |
|                              | 40                                      | 53        | 2 120                       |
| po modernizacji              | 300                                     | 1         | 300                         |
|                              | 160                                     | 8         | 1 280                       |
|                              | 40                                      | 17        | 680                         |
|                              | 45                                      | 86        | 3 870                       |
|                              | 25                                      | 53        | 1 325                       |

| Powierzchnia użytkowa $A_f$ | Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$ | Moc jednostkowa $P_N$ |                     | Czas użytkowania oświetlenia $t$ |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|
|                             |                                                       | przed modernizacją    | po modernizacji     |                                  |
| [m <sup>2</sup> ]           | [W]                                                   | [W/m <sup>2</sup> ]   | [W/m <sup>2</sup> ] | [h/rok]                          |
| 996,07                      | 12 832                                                | 12,9                  | 7,5                 | 1 600                            |

|                                                  | Jednostka              | po modernizacji | po modernizacji |
|--------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| Zużycie energii do oświetlenia LENI              | kWh/m <sup>2</sup> rok | 20,61           | 11,98           |
| Zużycie energii do oświetlenia                   | kWh/rok                | 20 531,20       | 11 928,00       |
| Cena energii elektrycznej                        | zł/kWh                 | 0,63            | 0,63            |
| Koszt energii elektrycznej                       | zł/rok                 | 12 934,66       | 7 514,64        |
| Oszczędność energii elektrycznej <sup>1)</sup>   | zł/kWh                 | 8 603,20        |                 |
|                                                  | %                      | 41,90           |                 |
| Oszczędność kosztów                              | zł/rok                 | 5 420,02        |                 |
| Szacowane nakłady inwestycyjne <sup>1), 2)</sup> | zł                     | 67 309,96       |                 |
| SPBT                                             | lata                   | 12,42           |                 |

1) do obliczeń oszczędności energii elektrycznej oraz nakładów inwestycyjnych przyjęto oprawy LEDowe.

2) W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia

## Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (wymiana instalacji c.o., montaż wentylacji mechanicznej z rekuperacją, wymiana oświetlenia wewnętrznego). W związku z tym, że na dzień sporządzenia audytu nie ma ostatecznych wytycznych konserwatorskich dotyczących modernizacji wentylacji, w tabeli nr 1 przedstawiono efekt energetyczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć, natomiast w tabeli nr 2 efekt energetyczny, w którym nie uwzględniono modernizacji wentylacji.

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3.
- energia elektryczna - 3,0.

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k \cdot w_p$$

Tabela nr 1. Efekt energetyczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć

| Wyszczególnienie           | GJ       | kWh        | MWh    |
|----------------------------|----------|------------|--------|
| <b>Energia końcowa:</b>    |          |            |        |
| <i>ciepło</i>              |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 740,15   | 205 597,22 | 205,60 |
| zużycie po modernizacji    | 348,29   | 96 747,22  | 96,75  |
| oszczędność                | 391,86   | 108 850,00 | 108,85 |
| <i>energia elektryczna</i> |          |            | 0,00   |
| zużycie przed modernizacją | 104,38   | 28 995,09  | 29,00  |
| zużycie po modernizacji    | 73,41    | 20 391,89  | 20,39  |
| oszczędność                | 30,97    | 8 603,20   | 8,60   |
| <i>ogółem</i>              |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 844,53   | 234 592,31 | 234,60 |
| zużycie po modernizacji    | 421,70   | 117 139,11 | 117,14 |
| oszczędność                | 422,83   | 117 453,20 | 117,46 |
| oszczędność %              |          | 50,07      |        |
| <b>Energia pierwotna</b>   |          |            |        |
| <i>ciepło</i>              |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 962,20   | 267 276,39 | 267,28 |
| zużycie po modernizacji    | 452,78   | 125 771,39 | 125,77 |
| oszczędność                | 509,42   | 141 505,00 | 141,51 |
| <i>energia elektryczna</i> |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 313,15   | 86 985,27  | 86,99  |
| zużycie po modernizacji    | 220,23   | 61 175,67  | 61,18  |
| oszczędność                | 92,91    | 25 809,60  | 25,81  |
| <i>ogółem</i>              |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 1 275,34 | 354 261,66 | 354,27 |
| zużycie po modernizacji    | 673,01   | 186 947,06 | 186,95 |
| oszczędność                | 602,33   | 167 314,60 | 167,32 |
| oszczędność %              |          | 47,23      |        |

Tabela nr 2. Efekt energetyczny nieuwzględniający modernizacji wentylacji.

| Wyszczególnienie           | GJ       | kWh        | MWh    |
|----------------------------|----------|------------|--------|
| Energia końcowa:           |          |            |        |
| ciepło                     |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 740,15   | 205 597,22 | 205,60 |
| zużycie po modernizacji    | 544,75   | 151 319,44 | 151,32 |
| oszczędność                | 195,40   | 54 277,78  | 54,28  |
| energia elektryczna        |          |            | 0,00   |
| zużycie przed modernizacją | 104,38   | 28 995,09  | 29,00  |
| zużycie po modernizacji    | 73,41    | 20 391,89  | 20,39  |
| oszczędność                | 30,97    | 8 603,20   | 8,60   |
| ogółem                     |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 844,53   | 234 592,31 | 234,60 |
| zużycie po modernizacji    | 618,16   | 171 711,33 | 171,71 |
| oszczędność                | 226,37   | 62 880,98  | 62,89  |
| oszczędność %              | 26,80    |            |        |
| Energia pierwotna          |          |            |        |
| ciepło                     |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 962,20   | 267 276,39 | 267,28 |
| zużycie po modernizacji    | 708,18   | 196 715,28 | 196,72 |
| oszczędność                | 254,02   | 70 561,11  | 70,56  |
| energia elektryczna        |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 313,15   | 86 985,27  | 86,99  |
| zużycie po modernizacji    | 220,23   | 61 175,67  | 61,18  |
| oszczędność                | 92,91    | 25 809,60  | 25,81  |
| ogółem                     |          |            |        |
| zużycie przed modernizacją | 1 275,34 | 354 261,66 | 354,27 |
| zużycie po modernizacji    | 928,41   | 257 890,95 | 257,90 |
| oszczędność                | 346,93   | 96 370,71  | 96,37  |
| oszczędność %              | 27,20    |            |        |

#### Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE). W związku z tym, że na dzień sporządzenia audytu nie ma ostatecznych wytycznych konserwatorskich dotyczących modernizacji wentylacji, w tabeli nr 1 przedstawiono efekt ekologiczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć, natomiast w tabeli nr 2 efekt ekologiczny, w którym nie uwzględniono modernizacji wentylacji.

Tabela nr 1. Efekt ekologiczny wynikający z realizacji wszystkich przedsięwzięć.

|                     | Roczna redukcja emisji CO <sub>2</sub> |       |                  |                        |                       |       |                  |                        |                        |              |
|---------------------|----------------------------------------|-------|------------------|------------------------|-----------------------|-------|------------------|------------------------|------------------------|--------------|
|                     | Roczne zużycie ciepła                  |       | WE               | emisja CO <sub>2</sub> | Roczne zużycie ciepła |       | WE               | emisja CO <sub>2</sub> | emisja CO <sub>2</sub> |              |
|                     | GJ                                     | MWh   | kg/GJ;<br>Mg/MWh | Mg                     | GJ                    | MWh   | kg/GJ;<br>Mg/MWh | Mg                     | Mg                     | %            |
|                     | przed modernizacją                     |       |                  |                        | po modernizacji       |       |                  |                        | redukcja               |              |
| sieć miejska        | 740,15                                 | -     | 94,96            | 70,28                  | 348,29                | -     | 94,96            | 33,07                  |                        |              |
| energia elektryczna | -                                      | 29,00 | 0,832            | 24,13                  | -                     | 20,39 | 0,832            | 16,96                  |                        |              |
|                     |                                        |       |                  | <b>94,41</b>           |                       |       |                  | <b>50,04</b>           | <b>44,37</b>           | <b>47,00</b> |

Tabela nr 2. Efekt ekologiczny nieuwzględniający modernizacji wentylacji.

|                     | Roczna redukcja emisji CO <sub>2</sub> |       |                  |                        |                       |       |                  |                        |                        |              |
|---------------------|----------------------------------------|-------|------------------|------------------------|-----------------------|-------|------------------|------------------------|------------------------|--------------|
|                     | Roczne zużycie ciepła                  |       | WE               | emisja CO <sub>2</sub> | Roczne zużycie ciepła |       | WE               | emisja CO <sub>2</sub> | emisja CO <sub>2</sub> |              |
|                     | GJ                                     | MWh   | kg/GJ;<br>Mg/MWh | Mg                     | GJ                    | MWh   | kg/GJ;<br>Mg/MWh | Mg                     | Mg                     | %            |
|                     | przed modernizacją                     |       |                  |                        | po modernizacji       |       |                  |                        | redukcja               |              |
| sieć miejska        | 740,15                                 | -     | 94,96            | 70,28                  | 544,75                | -     | 94,96            | 51,73                  |                        |              |
| energia elektryczna | -                                      | 29,00 | 0,832            | 24,13                  | -                     | 20,39 | 0,832            | 16,96                  |                        |              |
|                     |                                        |       |                  | <b>94,41</b>           |                       |       |                  | <b>68,69</b>           | <b>25,72</b>           | <b>27,24</b> |

#### Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

W ramach przedsięwzięcia należy przeprowadzić niezbędne roboty towarzyszące, stanowiące element prac remontowych i modernizacyjnych w tym m.in.:

- prace instalacyjne i odtworzeniowe.