

## AUDYT ENERGETYCZNY

### Budynku użyteczności publicznej – budynku Izby Administracji Skarbowej w Lublinie



Dane budynku:

ul. T. Szeligowskiego 24  
20-883 Lublin

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1.  
STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

### 1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

|                    |   |                   |   |
|--------------------|---|-------------------|---|
| 1.1 Rodzaj budynku | Budynek użyteczności publicznej         | 1.2 Rok budowy    | 2012                                      |
| 1.3 Inwestor       | Izba Administracji Skarbowej w Lublinie | 1.4 Adres budynku | ul. T. Szeligowskiego 24<br>20-883 Lublin |

### 2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski  
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2  
51-686 Wrocław

### 3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe

### 4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:  
01.12.2023 r.

### 6. SPIS TREŚCI:

## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....  | 2  |
| 2. Karta audytu energetycznego budynku .....  | 4  |
| 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora ..... | 10 |
| Wykaz dokumentów i danych źródłowych.....   | 10 |
| Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora .....  | 10 |
| Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.....  | 10 |
| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....   | 11 |
| a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu ...  |    |
| b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku .....   | 12 |
| c) Konstrukcja okien i drzwi.....   | 18 |
| d) Charakterystyka systemu grzewczego.....  | 18 |
| e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej .....  | 20 |
| f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku .....  | 21 |
| g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....  | 21 |
| h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych .....  | 22 |
| 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....   | 22 |
| 6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....   | 23 |
| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie. ....   | 24 |
| Wariant modernizacji instalacji c.o. ....   | 24 |
| 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami .....  | 25 |
| Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....  | 25 |
| 8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....   | 27 |
| Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego .....  | 27 |
| Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu .....  | 28 |

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

| TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)                                 |   |                              |                           |
|---|---|------------------------------|---------------------------|
| 1. DANE OGÓLNE  |   | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Konstrukcja/technologia budynku   | tradycyjna                   | tradycyjna                |
| 2.  | Liczba kondygnacji  | 10 + piwnica                 | 10 + piwnica              |
| 3.  | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]  | 33 432,0                     | 33 432,0                  |
| 4.  | Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]   | 11 144,0                     | 11 144,0                  |
| 5.  | Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ] | 11 144,0                     | 11 144,0                  |
| 6.  | Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]  | 100                          | 100                       |
| 7.  | Liczba lokali mieszkalnych  | -                            | -                         |
| 8.  | Liczba osób użytkujących budynek  | 200                          | 200                       |
| 9.  | Sposób przygotowania ciepłej wody   | centralnie                   | centralnie                |
| 10.   | Rodzaj systemu grzewczego w budynku   | centralnie                   | centralnie                |
| 11.   | Współczynnik kształtu A/V [1/m]   | 0,33                         | 0,33                      |
| 12.   | Inne dane charakteryzujące budynek  | brak                         | brak                      |
| 2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m <sup>2</sup> ·K] |   | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| <b>1.</b>   | <b>Ściany zewnętrzne</b>  |                              |                           |
| 1.1   | SZ1 – ściana zewnętrzna piwnic  | 0,560                        | 0,560                     |
| 1.2   | SZ2-1 – ściana zewnętrzna budynku wysokiego   | 0,323                        | 0,323                     |
| 1.3   | SZ2-2 – ściana zewnętrzna budynku wysokiego klatka schodowa   | 0,223                        | 0,223                     |
|   | SZ3 – ściana zewnętrzna budynku niskiego  | 0,445                        | 0,445                     |
|   | SZ4 – ściana zewnętrzna budynku średniego   | 0,323                        | 0,323                     |

|   |  |                              |                           |
|---|--|------------------------------|---------------------------|
|   | SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie   | 0,367                        | 0,367                     |
| <b>2.</b>   | <b>Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami</b> |                              |                           |
| 2.1   | D1 – dach budynku wysokiego  | 0,263                        | 0,263                     |
| 2.2   | D2 – dach budynku niskiego   | 0,263                        | 0,263                     |
| 2.3   | D3 – dach budynku średniego  | 0,263                        | 0,263                     |
| <b>3.</b>   | <b>Strop nad piwnicą</b>   |                              |                           |
| 3.1   | -  | -                            | -                         |
| <b>4.</b>   | <b>Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych</b>                          |                              |                           |
| 4.1   | PGP1 – podłoga w piwnicy   | 0,325                        | 0,325                     |
| <b>5.</b>   | <b>Okna, drzwi balkonowe</b>   |                              |                           |
| 5.1   | OK1 – okna zewnętrzne  | 2,200                        | 2,200                     |
| <b>6.</b>   | <b>Drzwi zewnętrzne/ bramy</b>   |                              |                           |
| 6.1   | DZ1 – drzwi zewnętrzne   | 2,500                        | 2,500                     |
| <b>7.</b>   | <b>Inne</b>  |                              |                           |
| 7.1   | -  | -                            | -                         |
| <b>3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego I WSPÓŁCZYNNIKI WZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU</b> |  | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Sprawność wytwarzania  | 0,99                         | 0,99                      |
| 2.  | Sprawność przesyłania  | 0,94                         | 0,96                      |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania  | 0,80                         | 0,93                      |
| 4.  | Sprawność akumulacji   | 1,00                         | 1,00                      |
| 5.  | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia                           | 1,00                         | 1,00                      |
| 6.  | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby                                 | 1,00                         | 1,00                      |

| 4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ |  | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|--|------------------------------|---------------------------|
| 1.  | Sprawność wytwarzania  | 0,98                         | 0,98                      |
| 2.  | Sprawność przesyłu   | 0,60                         | 0,60                      |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania  | 1,00                         | 1,00                      |
| 4.  | Sprawność akumulacji   | 1,00                         | 1,00                      |
| 5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI                               |  | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)   | naturalna grawitacyjna       | naturalna grawitacyjna    |
| 2.  | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza   | okna/drzwi                   | okna/drzwi                |
| 3.  | Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]  | 33 432,0                     | 33 432,0                  |
| 4.  | Liczba wymian [l/h]  | 1                            | 1                         |
| 6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU                             |  | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]   | 432,0                        | 432,0                     |
| 2.  | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]  | 36,0                         | 36,0                      |
| 3.  | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]                                      | 1592,87                      | 1592,87                   |
| 4.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]                                    | 2182,01                      | 1810,08                   |
| 5.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]  | 319,56                       | 319,56                    |
| 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]                   | brak danych                  | -                         |

|   |   |                              |                           |
|---|---|------------------------------|---------------------------|
| 8.  | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)] | 39,70                        | 39,70                     |
| 9.  | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]  | 54,39                        | 45,12                     |
| 10.   | Udział odnawialnych źródeł energii [%]  | -                            | -                         |
| <b>7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)</b>              |   | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]  | 70,00                        | 70,00                     |
| 2.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]   | -                            | -                         |
| 3.  | Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]   | 3,80                         | 3,80                      |
| 4.  | Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]  | -                            | -                         |
| 5.  | Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m <sup>2</sup> m-c]   | 2,29                         | 1,89                      |
| 6.  | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]  | brak                         | brak                      |
| 7.  | Inne [zł]   | brak                         | brak                      |
| <b>8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO</b> |   | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]   | 54,39                        | 45,12                     |
| 2.  | EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]   | 59,83                        | 49,63                     |
| 3.  | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]  | 14,87                        |                           |
| 4.  | Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]  | 371,93                       |                           |
| 5.  | Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]  | 8,88                         |                           |
| 6.  | Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]   |                              |                           |
| 7.  | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]  | 26 035,10                    |                           |
| 8.  | Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]  | -                            |                           |

## 8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO

|    |  | netto        | brutto       |
|----|--|--------------|--------------|
| 1. | Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]   | 1 973 983,74 | 2 428 000,00 |
| 2. | Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]   | -            | -            |
| 3. | Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] |              | -            |
| 4. | Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE   |              | NIE          |
| 5. | Premia termomodernizacyjna [zł]  |              | -            |

## 9. GRANT TERMOMODERNIZACYJNY

|    |  |  |      |
|----|--|--|------|
| 1. | Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]   |  | 45,0 |
| 2. | Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / <del>NIE ODPOWIADAJĄ</del> wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane |  |      |
| 3. | Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł]   |  | -    |

## 10. PREMIA MZG I GRANT MZG

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 4. | Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 <sup>7)</sup> |  |   |
| 5. | Wysokość premii MZG [zł]   |  | - |
| 6. | Wysokość grantu MZG [zł]   |  | - |
| 7. | Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]  |  | - |

## 11. INNE

|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| 8.  | W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja               |  |  |
| 9.  | Budynek <del>JEST</del> / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków |  |  |
| 10. | Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy            |  |  |



11. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy<sup>10)</sup>
- 1) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
  - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
  - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
  - 4) Jeśli dotyczy.
  - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
  - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
  - 7) Niepotrzebne skreślić.
  - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
  - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
12. 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- \*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;
  - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;
  - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.
- \*\*\*) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.  
 \*\*\*) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.

**UWAGA: wszystkie koszty podane w audycie liczone są w cenach brutto**

- <sup>1)</sup> dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- <sup>2)</sup> U<sub>OZE</sub> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym wydania świadectw jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- <sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- <sup>4)</sup> stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

### **3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

#### **Wykaz dokumentów i danych źródłowych**

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna obiektu
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459 z późn. zm.
- 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 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 7.0

#### **Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora**

- Zmniejszenie nadmiernych strat ciepła przez przegrody zewnętrzne

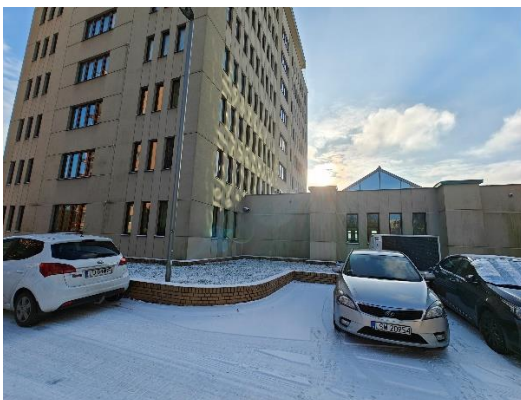
#### **Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

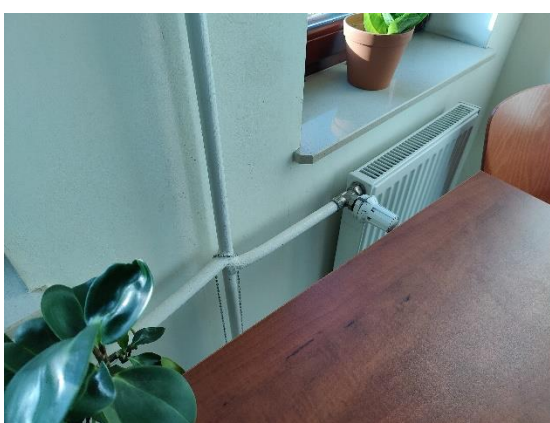
- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu

Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej. Analizowany budynek składa się z trzech części, niskiej, średniej i wysokiej. Najniższa część jest 1-2 kondygnacyjna, najwyższa 10 kondygnacyjna. Budynek podpiwniczony z poddaszem częściowo użytkowym. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej. Strop pod nieogrzewanym poddaszem oraz dach konstrukcji drewnianej. Okna zewnętrzne w dostatecznym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła w budynku jest węzeł ciepły.






## b) Opis techniczny podstawowych elementów budynku

### KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

| SYMBOL                     | OPIS                     |
|----------------------------|--------------------------|
| SZ1                        | Ściana zewnętrzna piwnic |
| <b>PRODUCENT</b>           |                          |
| <b>TYP</b>                 | Ściana zewnętrzna        |
| <b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b> | Średnio wilgotne         |

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU                          | d<br>m                   | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup>              | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W  | μ                       | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|--|---|--------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| TYNK-CW  | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.      | 0,0100                   | 0,820       | 1850                                | 0,840                      | 0,012                    | 16,0                    | 222,2                     |
| ŻELBET   | Żelbet.                                 | 0,3000                   | 1,700       | 2500                                | 0,840                      | 0,176                    | 24,0                    | 10000,0                   |
| XPS 500  | Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość | 0,0500                   | 0,035       | 60                                  | 0,750                      | 1,429                    | 1,6                     | 111,1                     |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub></b>    |   | 0,130 m <sup>2</sup> K/W |             | <b>GRUBOŚĆ G</b>                    |                            | 0,360 m                  |                         |                           |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub></b> |   | 0,040 m <sup>2</sup> K/W |             | <b>SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.</b> |                            | 1,787 m <sup>2</sup> K/W |                         |                           |
| <b>Współczynnik przenikania ciepła U</b>           |   |                          |             |                                     |                            | <b>0,560</b>             | <b>W/m<sup>2</sup>K</b> |                           |

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZPG1


|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>SYMBOL</b>              | <b>OPIS</b>   |
| SZPG1                      | Ściana zewnętrzna przy gruncie 36,0 cm  |
| <b>PRODUCENT</b>           |   |
| <b>TYP</b>                 |  Ściana zewnętrzna |
| <b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b> | Średnio wilgotne  |

| SYMBOL  | OPIS MATERIAŁU                          | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|---------|---|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| TYNK-CW | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.      | 0,0100 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,012                   | 16,0 | 222,2                     |
| ŻELBET  | Żelbet.                                 | 0,3000 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,176                   | 24,0 | 10000,0                   |
| XPS 500 | Izolacja XPS grubość D = 50 mm, długość | 0,0500 | 0,035       | 60                     | 0,750                      | 1,429                   | 1,6  | 111,1                     |

|   |                          |  |                               |
|---|--------------------------|--|-------------------------------|
| <b>RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R<sub>0</sub></b> | 1,105 m <sup>2</sup> K/W | <b>GRUBOŚĆ G</b>                         | 0,360 m                       |
|   |                          | <b>SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.</b>      | 2,722 m <sup>2</sup> K/W      |
|   |                          | <b>Współczynnik przenikania ciepła U</b> | <b>0,367 W/m<sup>2</sup>K</b> |

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2-1


|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>SYMBOL</b>              | <b>OPIS</b>   |
| SZ2-1                      | Ściana budynku wysokiego  |
| <b>PRODUCENT</b>           |   |
| <b>TYP</b>                 |  Ściana zewnętrzna |
| <b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b> | Średnio wilgotne  |

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0150 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,018                   | 16,0 | 333,3                     |
| CEGLA-PELN | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,2500 | 0,770       | 1800                   | 0,880                      | 0,325                   | 6,9  | 2381,0                    |
| WELNA-PL-S | Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze | 0,1000 | 0,042       | 130                    | 0,750                      | 2,381                   | 1,5  | 208,3                     |
| WAR.POW    | Warstwa powietrzna niewentylowana.       | 0,0600 |             |                        |                            | 0,180                   | 1,0  | 83,3                      |
| PIASKOWIEC | Piaskowiec.                              | 0,0400 | 2,200       | 2400                   | 0,920                      | 0,018                   | 18,9 | 1052,6                    |


|  |                          |  |                               |
|--|--------------------------|--|-------------------------------|
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub></b>    | 0,130 m <sup>2</sup> K/W | <b>GRUBOŚĆ G</b>                         | 0,465 m                       |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub></b> | 0,040 m <sup>2</sup> K/W | <b>SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.</b>      | 3,092 m <sup>2</sup> K/W      |
|  |                          | <b>Współczynnik przenikania ciepła U</b> | <b>0,323 W/m<sup>2</sup>K</b> |

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2-2

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>SYMBOL</b>              | <b>OPIS</b>   |
| SZ2-2                      | Ściana budynku wysokiego X kondygnacja  |
| <b>PRODUCENT</b>           |   |
| <b>TYP</b>                 |  Ściana zewnętrzna |
| <b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b> | Średnio wilgotne  |

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m                              | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup>   | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W       | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|--|--|-------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|------|---------------------------|
| TYNK-CW  | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0150                              | 0,820       | 1850                     | 0,840                      | 0,018                         | 16,0 | 333,3                     |
| GAZOBET-06   | Gazobeton 06.                            | 0,3000                              | 0,174       | 600                      | 1,000                      | 1,724                         | 9,5  | 3954,1                    |
| WEŁNA-PL-5   | Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze | 0,1000                              | 0,042       | 130                      | 0,750                      | 2,381                         | 1,5  | 208,3                     |
| WAR.POW  | Warstwa powietrzna niewentylowana.       | 0,0600                              |             |                          |                            | 0,180                         | 1,0  | 83,3                      |
| PIASKOWIEC   | Piaskowiec.                              | 0,0400                              | 2,200       | 2400                     | 0,920                      | 0,018                         | 18,9 | 1052,6                    |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub></b>    | 0,130 m <sup>2</sup> K/W                 | <b>GRUBOŚĆ G</b>                    |             | 0,515 m                  |                            |                               |      |                           |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub></b> | 0,040 m <sup>2</sup> K/W                 | <b>SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.</b> |             | 4,492 m <sup>2</sup> K/W |                            |                               |      |                           |
| <b>Współczynnik przenikania ciepła U</b>           |  |                                     |             |                          |                            | <b>0,223 W/m<sup>2</sup>K</b> |      |                           |

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2-3

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>SYMBOL</b>              | <b>OPIS</b>   |
| SZ2-3                      | Ściana budynku wysokiego kl. schodowa   |
| <b>PRODUCENT</b>           |   |
| <b>TYP</b>                 |  Ściana zewnętrzna |
| <b>WARUNKI WILGOTNOŚCI</b> | Średnio wilgotne  |

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m                              | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup>   | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W       | μ           | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|--|--|-------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------|
| TYNK-CW  | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0150                              | 0,820       | 1850                     | 0,840                      | 0,018                         | 16,0        | 333,3                     |
| ŻELBET   | Żelbet.                                  | 0,2000                              | 1,700       | 2500                     | 0,840                      | 0,118                         | 24,0        | 6666,7                    |
| WEŁNA-PL-5   | Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze | 0,0800                              | 0,042       | 130                      | 0,750                      | 1,905                         | 1,5         | 166,7                     |
| SZKŁO-OK   | Szko okienne.                            | 0,0300                              | 0,800       | 2500                     | 0,840                      | 0,038                         | 7200<br>0,0 | 3000000,<br>0             |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub></b>    | 0,130 m <sup>2</sup> K/W                 | <b>GRUBOŚĆ G</b>                    |             | 0,325 m                  |                            |                               |             |                           |
| <b>OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub></b> | 0,040 m <sup>2</sup> K/W                 | <b>SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.</b> |             | 2,248 m <sup>2</sup> K/W |                            |                               |             |                           |
| <b>Współczynnik przenikania ciepła U</b>           |  |                                     |             |                          |                            | <b>0,445 W/m<sup>2</sup>K</b> |             |                           |

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ3

**SYMBOL** OPIS

SZ3 Ściana budynku niskiego

**PRODUCENT**

**TYP**  Ściana zewnętrzna

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0150 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,018                   | 16,0 | 333,3                     |
| CEGLA-PELN | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,2500 | 0,770       | 1800                   | 0,880                      | 0,325                   | 6,9  | 2381,0                    |
| WEŁNA-PL-S | Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze | 0,1000 | 0,042       | 130                    | 0,750                      | 2,381                   | 1,5  | 208,3                     |
| WAR.POW    | Warstwa powietrzna niewentylowana.       | 0,0400 |             |                        |                            | 0,180                   | 1,0  | 55,6                      |
| PIASKOWIEC | Piaskowiec.                              | 0,0400 | 2,200       | 2400                   | 0,920                      | 0,018                   | 18,9 | 1052,6                    |

**OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub>** 0,130 m<sup>2</sup>K/W

**GRUBOŚĆ G** 0,445 m

**OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub>** 0,040 m<sup>2</sup>K/W

**SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.** 3,092 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U** 0,323 W/m<sup>2</sup>K

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ4

**SYMBOL** OPIS

SZ4 Ściana budynku średniowysokiego

**PRODUCENT**

**TYP**  Ściana zewnętrzna

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ      | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|--------|---------------------------|
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0100 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,012                   | 16,0   | 222,2                     |
| WEŁNA-PL-S | Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze | 0,1900 | 0,042       | 130                    | 0,750                      | 4,524                   | 1,5    | 395,8                     |
| SZKŁO-OK   | Szkło okienne.                           | 0,0400 | 0,800       | 2500                   | 0,840                      | 0,050                   | 2200,0 | 4000000,0                 |

**OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub>** 0,130 m<sup>2</sup>K/W

**GRUBOŚĆ G** 0,240 m

**OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub>** 0,040 m<sup>2</sup>K/W

**SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.** 4,756 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U** 0,210 W/m<sup>2</sup>K

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY PGP1

**SYMBOL** OPIS

PGP1 Podłoga w piwnicy 85,0 cm

**PRODUCENT**

**TYP**  Podłoga w piwnicy

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL    | OPIS MATERIAŁU            | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|-----------|---------------------------|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| TYNK-CEM  | Tynk lub gładź cementowa. | 0,0500 | 1,000       | 2000                   | 0,840                      | 0,050                   | 16,0 | 1111,1                    |
| ŻELBET    | Żelbet.                   | 0,5000 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,294                   | 24,0 | 16667,0                   |
| PIASEK-ŚR | Piasek średni.            | 0,3000 | 0,400       | 1650                   | 0,840                      | 0,750                   | 2,4  | 1000,0                    |

**RÓWNOWAŻNY OPÓR GRUNTU WRAZ Z OPORAMI PRZEJMOWANIA R<sub>0</sub>** 1,978 m<sup>2</sup>K/W

**GRUBOŚĆ G** 0,850 m

**SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.** 3,072 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U** 0,325 W/m<sup>2</sup>K

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY D1

**SYMBOL** OPIS

D1 Dach budynku wysokiego

**PRODUCENT**

**TYP**  Dach

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU            | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ                      | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|----------|---------------------------|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| PAPA-ASF | Papa asfaltowa.           | 0,0200 | 0,180       | 1000                   | 1,460                      | 0,111                   | <sup>2500</sup><br>0,0 | 694444,0                  |
| TYNK-CEM | Tynk lub gładź cementowa. | 0,0300 | 1,000       | 2000                   | 0,840                      | 0,030                   | 16,0                   | 666,7                     |
| ŻELBET   | Żelbet.                   | 0,0500 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,029                   | 24,0                   | 1666,7                    |

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m<sup>2</sup>K/W Skorygowana suma oporów m<sup>2</sup>K/W

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| ŻWIR       | Żwir.                                    | 0,2000 | 0,900       | 1800                   | 0,840                      | 0,222                   | 20,6 | 5714,3                    |
| STYROPIANS | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,1200 | 0,040       | 30                     | 1,460                      | 3,000                   | 60,0 | 10000,0                   |
| BETON-KK10 | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,1000 | 0,390       | 1000                   | 0,840                      | 0,256                   | 2,4  | 333,3                     |
| ŻELBET     | Żelbet.                                  | 0,3000 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,176                   | 24,0 | 10000,0                   |
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0100 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,012                   | 16,0 | 222,2                     |

**OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub>** 0,100 m<sup>2</sup>K/W

**GRUBOŚĆ G** 0,730 m

**OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub>** 0,040 m<sup>2</sup>K/W

**SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW.** 3,807 m<sup>2</sup>K/W

**Współczynnik przenikania ciepła U** 0,263 W/m<sup>2</sup>K



## KONSTRUKCJA PRZEGRODY D2

**SYMBOL** OPIS

D2 Dach budynku niskiego

**PRODUCENT**

**TYP**  Dach

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU            | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ           | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|----------|---------------------------|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|---------------------------|
| PAPA-ASF | Papa asfaltowa.           | 0,0200 | 0,180       | 1000                   | 1,460                      |                         | 2500<br>0,0 |                           |
| TYNK-CEM | Tynk lub gładź cementowa. | 0,0300 | 1,000       | 2000                   | 0,840                      |                         | 16,0        |                           |
| ŻELBET   | Żelbet.                   | 0,0500 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      |                         | 24,0        |                           |

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m<sup>2</sup>K/W Skorygowana suma oporów m<sup>2</sup>K/W

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| ŻWIR       | Żwir.                                    | 0,2000 | 0,900       | 1800                   | 0,840                      | 0,222                   | 20,6 | 5714,3                    |
| STYROPIANS | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,1200 | 0,040       | 30                     | 1,460                      | 3,000                   | 60,0 | 10000,0                   |
| BETON-KK10 | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,1000 | 0,390       | 1000                   | 0,840                      | 0,256                   | 2,4  | 333,3                     |
| ŻELBET     | Żelbet.                                  | 0,3000 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,176                   | 24,0 | 10000,0                   |
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0100 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,012                   | 16,0 | 222,2                     |

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,100 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ G 0,730 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 3,807 m<sup>2</sup>K/W

Współczynnik przenikania ciepła U **0,263 W/m<sup>2</sup>K**

## KONSTRUKCJA PRZEGRODY D3

**SYMBOL** OPIS

D3 Dach budynku średniowysokiego

**PRODUCENT**

**TYP**  Dach

**WARUNKI WILGOTNOŚCI** Średnio wilgotne

| SYMBOL   | OPIS MATERIAŁU            | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ           | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|----------|---------------------------|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|---------------------------|
| PAPA-ASF | Papa asfaltowa.           | 0,0200 | 0,180       | 1000                   | 1,460                      |                         | 2500<br>0,0 |                           |
| TYNK-CEM | Tynk lub gładź cementowa. | 0,0300 | 1,000       | 2000                   | 0,840                      |                         | 16,0        |                           |
| ŻELBET   | Żelbet.                   | 0,0500 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      |                         | 24,0        |                           |

Średnia wys. war. powietrznej 0,40 m Opór warstwy m<sup>2</sup>K/W Skorygowana suma oporów m<sup>2</sup>K/W

| SYMBOL     | OPIS MATERIAŁU                           | d<br>m | λ<br>W/(mK) | ρ<br>kg/m <sup>3</sup> | c <sub>p</sub><br>kJ/(kgK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W | μ    | Z<br>m <sup>2</sup> hPa/g |
|------------|--|--------|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------|---------------------------|
| ŻWIR       | Żwir.                                    | 0,2000 | 0,900       | 1800                   | 0,840                      | 0,222                   | 20,6 | 5714,3                    |
| STYROPIANS | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,1200 | 0,040       | 30                     | 1,460                      | 3,000                   | 60,0 | 10000,0                   |
| BETON-KK10 | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,1000 | 0,390       | 1000                   | 0,840                      | 0,256                   | 2,4  | 333,3                     |
| ŻELBET     | Żelbet.                                  | 0,3000 | 1,700       | 2500                   | 0,840                      | 0,176                   | 24,0 | 10000,0                   |
| TYNK-CW    | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.       | 0,0100 | 0,820       | 1850                   | 0,840                      | 0,012                   | 16,0 | 222,2                     |

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R<sub>i</sub> 0,100 m<sup>2</sup>K/W

GRUBOŚĆ G 0,730 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R<sub>e</sub> 0,040 m<sup>2</sup>K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 3,807 m<sup>2</sup>K/W

Współczynnik przenikania ciepła U **0,263 W/m<sup>2</sup>K**

Maksymalne dopuszczalne współczynniki  $U_{\max}$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

| Rodzaj przegrody   | Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku |
|--|---|
| ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ C$   | 0,200   |
| dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ C$ | 0,150   |
| podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ C$  | 0,300   |
| okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ C$  | 0,900   |
| drzwi w przegrodach zewnętrznych   | 1,300   |

Przegrody zewnętrzne nie spełniają wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

### c) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien i drzwi zewnętrznych jako bardzo dobry. Aktualnie żadne okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), jednak z uwagi na ich bardzo dobry stan nie założono ich wymiany.

### d) Charakterystyka systemu grzewczego

| Sprawności składowe systemu grzewczego  | Wartość |
|---|---------|
| <i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – ciepło z kogeneracji, <math>w_i</math></i>                          | 0,80    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy, <math>\eta_{H,g}</math></i> | 0,99    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, <math>\eta_{H,d}</math></i>                                   | 0,94    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, <math>\eta_{H,e}</math></i>                                      | 0,80    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{H,s}</math></i>              | 1,00    |
| <b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{H,tot}</math></b>   | 0,70    |

| Sprawności składowe systemu grzewczego  | Wartość     |
|---|-------------|
| <i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – energia elektryczna, <math>w_i</math></i>                                   | 2,50        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – elektryczny grzejnik bezpośredni, <math>\eta_{H,g}</math></i> | 0,99        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie mieszkaniowe, <math>\eta_{H,d}</math></i>  | 1,00        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie miejscowe, <math>\eta_{H,e}</math></i>  | 0,83        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{H,s}</math></i>                      | 1,00        |
| <b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{H,tot}</math></b>   | <b>0,82</b> |

| Lp. | Dane   | Wartość  |
|-----|--|--|
| 1.  | Typ instalacji   | ogrzewanie centralne wodne z węzła cieplnego oraz miejscowo z grzejników elektrycznych |
| 2.  | Parametry pracy instalacji                               | 70/90  |
| 3.  | Przewody w instalacji                                    | Stalowe  |
| 4.  | Stan izolacji przewodów                                  | brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych  |
| 5.  | Rodzaje grzejników                                       | płytowe  |
| 6.  | Oslonięcie grzejników                                    | Brak   |
| 7.  | Zawory grzejnikowe                                       | Zamontowane  |
| 8.  | Zawory podpionowe  | Zamontowane  |
| 9.  | Odpowietrzenie instalacji                                | Zamontowane  |
| 10. | Naczynie wzbiorcze                                       | Zamontowane  |
| 11. | Zabezpieczenie instalacji                                | Brak   |
| 12. | Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę | 7/24   |

### e) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Dane                               | Stan obecny   |
|-----|------------------------------------|---|
| 1.  | Rodzaj instalacji ciepłej wody     | ciepła woda użytkowa realizowana centralnie z węzła cieplnego |
| 2.  | Przewody instalacji i ich izolacja | Przewody zaizolowane w częściach nieogrzewanych               |

| Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej   | Wartość     |
|--|-------------|
| <i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, ciepło z kogeneracji <math>\eta_{wi}</math></i>                     | 0,80        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, węzeł cieplny kompaktowy, <math>\eta_{w,g}</math></i> | 0,98        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, centralne przygotowanie <math>\eta_{w,d}</math></i>                                       | 0,60        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, <math>\eta_{w,e}</math></i>   | 1,00        |
| <i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, <math>\eta_{w,s}</math></i>                                 | 1,00        |
| <b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{w,tot}</math></b>  | <b>0,59</b> |

| Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej  |                  |                                 |         |
|--|------------------|---------------------------------|---------|
| Opis   | Symbol           | jednostka                       | wartość |
| Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie   | $V_{wi}$         | $dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$ | 1,4     |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze  | $A_f$            | $m^2$                           | 11 144  |
| Ciepło właściwe wody   | $c_w$            | $kJ/(kg \cdot K)$               | 4,19    |
| Gęstość wody   | $\rho_w$         | $kg/dm^3$                       | 1,00    |
| Temperatura ciepłej wody   | $\theta_w$       | $^{\circ}C$                     | 55      |
| Temperatura zimnej wody  | $\theta_o$       | $^{\circ}C$                     | 10      |
| Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu  | $k_R$            | -                               | 1,0     |
| Liczba dni w roku  | $t_R$            | dzień                           | 365     |
| Średnioroczna sprawność systemu  | $\eta_{cw, tot}$ | -                               | 0,59    |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową<br>$Q_w = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$ | $kWh/GJ$         | 52 194,40 / 187,90              |         |
| Roczne zapotrzebowanie na energię końcową<br>$Q_{kW} = Q_w / \eta_{cw, tot}$   | $kWh/GJ$         | 88 766,00 / 319,56              |         |

| Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej  |            |           |               |
|---|------------|-----------|---------------|
| Opis  | Symbol     | jednostka | Wartość       |
| Sposób przygotowania ciepłej wody   | -          | -         | Indywidualnie |
| Średni czas użytkowania w ciągu doby  | $t_h$      | godzina   | 8             |
| Współczynnik jednoczesności rozbioru  | $N_h$      | -         | 1,00          |
| Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw}=V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$   | $dm^3/rok$ |           | 4 783 451m9   |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu<br>$q_{cw}=Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$ | MW         |           | 0,036         |

#### f) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, zlokalizowany w budynku.

#### g) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

| Lp. | Dane                                     | Stan obecny   |
|-----|--|---|
| 1.  | Rodzaj wentylacji                        | naturalna grawitacyjna / mechaniczna nawiewno-wywiewna / chłodzenie |
| 2.  | Strumień powietrza wentylującego $m^3/h$ | 33 432,0  |

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach oraz mechanicznie za pomocą systemu wentylacji.

| Sprawności składowe systemu chłodzenia   | Wartość |
|--|---------|
| <i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – energia elektryczna, <math>w_i</math></i>          | 2,50    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika chłodu z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – system bezpośredni – System VRV,</i> | 4,10    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność wytwarzania chłodu w źródle – instalacja wody lodowej przy odbiornikach, <math>\eta_{c,e}</math></i>                   | 0,92    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność dystrybucji chłodu – chłodzenie bezpośrednie, <math>\eta_{c,d}</math></i>  | 0,95    |
| <i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{c,s}</math></i>        | 1,00    |
| <b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{c,tot}</math></b>  | 3,58    |

## **h) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych**

Stan przewodów kominowych dobry.

## **5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposób poprawy |
|-----|------------------------------------|-----------------------------|
| 1.  | Przegrody zewnętrzne               | brak zmian                  |
| 2.  | Okna zewnętrzne                    | brak zmian                  |
| 3.  | Drzwi zewnętrzne                   | brak zmian                  |
| 4.  | System grzewczy                    | modernizacja instalacji     |
| 5.  | Instalacja c.w.u.                  | brak zmian                  |
| 6.  | Wentylacja                         | brak zmian                  |

## 6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień\*K/rok

| Ustalenie liczby stopniodni $S_d$ :            |          |          |              |
|--|----------|----------|--------------|
| Dane wyjściowe:                                |          |          |              |
| stacja meteorologiczna:                        | Lublin   |          |              |
| obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ : | 20°C     |          |              |
| MIESIĄC  | $t_e(m)$ | $L_d(m)$ | $S_d$        |
| Styczeń  | -2,6     | 31       | 701          |
| Luty   | -1,9     | 28       | 613          |
| Marzec   | 3,2      | 31       | 521          |
| Kwiecień                                       | 9,2      | 30       | 324          |
| Maj  | 14,4     | 5        | 28           |
| Czerwiec                                       | 16,2     | 0        | 0            |
| Lipiec   | 16,9     | 0        | 0            |
| Sierpień                                       | 16,9     | 0        | 0            |
| Wrzesień                                       | 12,8     | 5        | 36           |
| Październik                                    | 8,5      | 31       | 357          |
| Listopad                                       | 1,3      | 30       | 561          |
| Grudzień                                       | -2,1     | 31       | 685          |
|  |          | $S_d =$  | <b>3 826</b> |

## Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

### Wariant modernizacji instalacji c.o.

W wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. wykonanie centralnej instalacji grzewczej w całym budynku (zastąpienie ogrzewania elektrycznego), włącznie z salą obsługi klienta, wykonanie automatyki instalacji BMS – regulacji temperatury w budynku.

| Rodzaj usprawnienia  | Łączny koszt [zł] |
|--|-------------------|
| Modernizacja instalacji c.o. – wykonanie w całym budynku centralnego systemu grzewczego wraz z systemem BMS – czujnikami temperatury oraz automatyczną regulacją | 1 478 000,00      |

| Sprawność systemu ogrzewania | Współczynnik sprawności przed termomodernizacją | Współczynnik sprawności po termomodernizacji |
|------------------------------|---|--|
| Sprawność wytwarzania ciepła | 0,99  | 0,99   |
| Sprawność przesyłania ciepła | 0,92  | 0,96   |
| Regulacja                    | 0,80  | 0,93   |
| Sprawność akumulacji         | 1,00  | 1,00   |
| Sprawność całkowita systemu  | 0,73  | 0,88   |

| Lp. | Omówienie wybranego usprawnienia   | Stan istniejący | Stan po termomodernizacji |
|-----|--|-----------------|---------------------------|
| 1.  | Obliczeniowa moc cieplna [MW]  | 0,432           | 0,432                     |
| 2.  | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok | 1592,87         | 1592,87                   |
| 3.  | Ogólna sprawność systemu ogrzewania  | 0,73            | 0,85                      |
| 4.  | Obniżenie nocne  | 1,00            | 1,00                      |
| 5.  | Obniżenie tygodniowe   | 1,00            | 1,00                      |
| 6.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]      | 2182,01         | 1810,08                   |
| 7.  | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]  | 152740,70       | 126705,60                 |
| 8.  | Roczna oszczędność kosztów [zł]  | -               | 26 035,10                 |
| 9.  | Koszt usprawnienia [zł]  | -               | <b>1 478 000,00</b>       |

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 56,77 lat



## 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego   | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|-----|--|-----------------------------|-------------|
| 1.  | Modernizacja instalacji c.o. – wykonanie w całym budynku centralnego systemu grzewczego wraz z systemem BMS – czujnikami temperatury oraz automatyczną regulacją | 1 478 000,00                | 56,77       |

| Lp. | Rodzaj usprawnienia  | Wariant termomodernizacyjny |
|-----|--|-----------------------------|
|     |  | <b>1</b>                    |
| 1.  | Modernizacja instalacji c.o. – wykonanie w całym budynku centralnego systemu grzewczego wraz z systemem BMS – czujnikami temperatury oraz automatyczną regulacją | x                           |

### Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

| Wariant | Koszt termomodernizacji [zł] |
|---------|------------------------------|
| 1.      | 1 478 000,00                 |

| Wariant         | c.o.         |                |             |                 |                                |                  | c.w.u.       |                                  |                 | Oszczędność   |                 |              |
|-----------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------------|----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
|                 | q<br>[MW]    | Q<br>[GJ/rok]  | $\eta$      | $w_d \cdot w_t$ | $Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$ | Opłata [zł]      | q<br>[MW]    | $Q \cdot w_d / \eta$<br>[GJ/rok] | Opłata<br>[zł]  | GJ/rok        | zł              | %            |
| <b>1.</b>       | <b>0,432</b> | <b>1592,87</b> | <b>0,88</b> | <b>1</b>        | <b>1810,08</b>                 | <b>126705,60</b> | <b>0,036</b> | <b>319,56</b>                    | <b>22369,20</b> | <b>371,93</b> | <b>26035,10</b> | <b>14,87</b> |
| stan istniejący | 0,432        | 1592,87        | 0,73        | 1               | 2182,01                        | 152740,70        | 0,036        | 319,56                           | 22369,20        | -             | -               | -            |

| Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Koszty całkowite brutto [zł] | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%] | Premia termomodernizacyjna [zł] |
|---|------------------------------|--|--|---------------------------------|
| 1   | <b>1 478 000,00</b>          | <b>26 035,10</b>                             | <b>14,87</b>   | -                               |

## 8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

**Modernizacja instalacji c.o.** – w wariantcie założono wykonanie w całym budynku centralnego systemu grzewczego wraz z systemem BMS – czujnikami temperatury oraz automatyczną regulacją

Dodatkowe prace, ujęte w audycie efektywności energetycznej, stanowiącym załącznik nr 1 do audytu energetycznego:

**Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne** – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia

**Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii** - założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynku, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

**Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS)** - założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

### Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego

| Lp.         | Opis   | Obmiar [m <sup>2</sup> /szt./kpl.] | Cena jednostkowa [zł] | Koszt całkowity [zł] |
|-------------|--|------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1           | Modernizacja instalacji c.o. – wykonanie w całym budynku centralnego systemu grzewczego wraz z systemem BMS – czujnikami temperatury oraz automatyczną regulacją | 1                                  | 1 478 000,00          | 1 478 000,00         |
| 2           | Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku wraz z magazynem energii   | 1                                  | 100 000,00            | 100 000,00           |
| 3           | Wymiana oświetlenia na energooszczędne, budowa systemu zarządzania energią w budynku BMS   | 1                                  | 850 000,00            | 850 000,00           |
| <b>SUMA</b> |  |                                    |                       | <b>2 428 000,00</b>  |

### Podstawa wyceny:

Ceny jednostkowe określono na podstawie średnich cen rynkowych za materiały oraz robociznę z uwzględnieniem dynamicznych zmian rynku, tzn. ceny powiększono o około 25%.

### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu

| Lp. | Pozycja  | Wskaźnik            |
|-----|--|---------------------|
| 1.  | Całkowity koszt robót [zł brutto]                      | <b>2 428 000,00</b> |
| 2.  | Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]          | <b>127148,59</b>    |
| 3.  | Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata] | <b>19,10</b>        |

### Uzyskana oszczędność energii w ramach realizacji projektu

|   | Przed termomodernizacją [GJ/rok] | Po termomodernizacji [GJ/rok] | Różnica [GJ/rok] |
|---|----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu                   | 2182,01                          | 1810,08                       | 371,93           |
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu | 319,56                           | 319,56                        | -                |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną  | 1393,11                          | 859,91                        | 533,2            |

#### Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z ciepłowni (kogeneracja)  $w_i = 0,8$

- dla energii elektrycznej  $w_i = 2,5$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 1\,091,0 \cdot 0,8 + 1\,091,0 \cdot 2,5 + 319,56 \cdot 0,8 + 1\,393,11 \cdot 2,5 = 7\,338,74 \text{ GJ/rok}$$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 1810,08 \cdot 0,8 + 319,56 \cdot 0,8 + 859,91 \cdot 2,5 = 3\,853,49 \text{ GJ/rok}$$

#### Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$7\,338,74 - 3\,853,49 = 3\,485,25 \text{ GJ/rok} = 968\,125 \text{ kWh/rok} = 968,1 \text{ MWh/rok} = 47,49\%$$

ZAŁĄCZNIK NR 1

## AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ WYMIANA OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE

Budynku użyteczności publicznej – budynku Izby  
Administracji Skarbowej w Lublinie



Adres budynków:

ul. T. Szeligowskiego 24  
20-883 Lublin

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia

| TABELA NR 1.<br>STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU  |  |  |   |
| 1.1<br>Rodzaj<br>budynku  | Budynek użyteczności<br>publicznej         | 1.2 Rok budowy                               | 2012                                      |
| 1.3<br>Inwestor   | Izba Administracji<br>Skarbowej w Lublinie | 1.4 Adres budynku                            | ul. T. Szeligowskiego 24<br>20-883 Lublin |
| NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT   |  |  |   |
| ASIG Igor Kwiatkowski<br>ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2<br>51-686 Wrocław  |  |  |   |
| IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA<br>KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS   |  |  |   |
| mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686<br>Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów<br>energetycznych – ukończone studia podyplomowe |  |  |   |
| WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE<br>KWALIFIKACJE, PODPIS   |  |  |   |
| MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław  |  | DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:<br>01.12.2023 r. |   |
| SPIS TREŚCI:  |  |  |   |

## SPIS TREŚCI

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | Strona tytułowa audytu energetycznego oświetlenia.....  | 31 |
| 2. | Karta audytu oświetlenia budynku.....   | 33 |
| 3. | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora..... | 34 |
|    | Dokumentacja projektowa.....  | 34 |
|    | Inne dokumenty .....  | 34 |
|    | Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora .....  | 34 |
| 4. | Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....   | 35 |
|    | Montaż paneli fotowoltaicznych .....  | 35 |
|    | Wymiana oświetlenia na energooszczędne .....  | 38 |
| 5. | Podsumowanie .....  | 39 |



## 2. Karta audytu oświetlenia budynku

| TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OŚWIETLENIA BUDYNKU *) |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
| DANE OGÓLNE   |   | Stan przed termomodernizacją                                   | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Konstrukcja/technologia budynku   | tradycyjna   | tradycyjna                |
| 2.  | Liczba kondygnacji  | 10 + piwnica   | 10 + piwnica              |
| 3.  | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]  | 33 432,0   | 33 432,0                  |
| 4.  | Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]  | 11 144,0   | 11 144,0                  |
| 5.  | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]                                  | 0  | 0                         |
| 6.  | Liczba osób użytkujących budynek  | 200  | 200                       |
| 7.  | Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]                                 | 0,33   | 0,33                      |
| 8.  | Inne dane charakteryzujące budynek  | -  | -                         |
| 9.  | Oświetlenie wewnętrzne  | światłótkowe   | energooszczędne           |
| 10.   | Ilość źródeł światła  | -  | -                         |
| CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU    |   | Stan przed termomodernizacją                                   | Stan po termomodernizacji |
| 1.  | Instalacja elektryczna oświetlenie [kW]   | 154,79   | 111,44                    |
| 2.  | Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [kWh/rok] | 386974,14  | 238864,68                 |
| 3.  | Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [GJ/rok]  | 1393,11  | 859,91                    |
| OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)    |   | Stan przed termomodernizacją                                   | Stan po termomodernizacji |
|   | Opłata za 1 kWh energii elektrycznej [zł]   | 0,65   | 0,65                      |
| CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU                |   |  |                           |
| Planowana suma kredytu [zł]                                     | 807500,00   | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną [%] | 38,27                     |
| Planowane koszty całkowite                                      | 950000,00   | Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]                    | 101113,49                 |

### **3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**

#### **Dokumentacja projektowa**

- Inwentaryzacja własna obiektu

#### **Inne dokumenty**

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 w sprawie szczegółowego zakresu i sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii – Dz.U. nr 27, poz. 962
- 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
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny energii elektrycznej

#### **Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora**

- zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, a tym samym kosztów oświetlenia wbudowanego

## 4. Określenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

### Montaż paneli fotowoltaicznych

Panele fotowoltaiczne zamieniają energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Uzyskaną energię elektryczną można zużywać na bieżąco albo sprzedawać – w zależności od rodzaju instalacji. Panele zapewniają ponad 25 lat bezobsługowej pracy, wytwarzając każdego dnia prąd. W skład systemu wchodzi paneli fotowoltaicznych, odbiornik generowanej energii oraz urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Zasada działania ogniw opiera się na fotonach (minimalnych jednostkach światła), które padają na ogniwo fotowoltaiczne i są pochłaniane przez krzem, jednocześnie wybijając elektron ze swojej pozycji i „zmuszając” go do ruchu. Opisany ruch to przepływ prądu elektrycznego. Dzięki zastosowaniu odpowiednich złączy półprzewodnikowych możliwe jest połączenie tego procesu z obiegiem elektronów w sieci energetycznej. Ogniwa fotowoltaiczne zamieniają energię słoneczną w energię elektryczną.

Panele dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, który przy wykorzystaniu inwertera zostaje przekształcony na prąd zmienny o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

Założono montaż 50 szt. paneli na dachu budynków, każdy o mocy 350 Wp, łącznie 17,5 kWp.

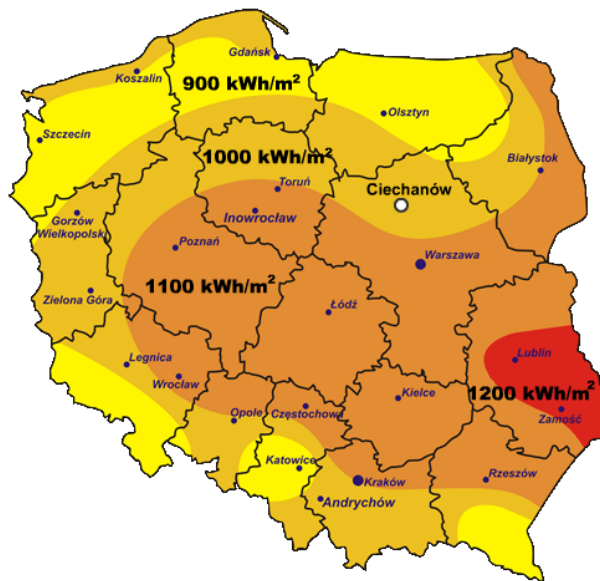
Wymiary paneli fotowoltaicznych z uwzględnieniem odległości pomiędzy nimi wynoszą około 1 721 mm x 1016 mm = 1,75 m<sup>2</sup>/szt.

50 szt. paneli fotowoltaicznych zajmie powierzchnię 87,5m<sup>2</sup>, do tego należy dodać niezbędne dojścia do poszczególnych paneli.

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej policzono za pomocą poniższego wzoru:

$$E_{rzeczywista} [kWh] = \frac{\text{Nasłonecznienie} \left[ \frac{kWh}{m^2} \right] \cdot \text{wspKor} \cdot \text{moc modułów} [kW] \cdot WW}{\text{Nat. prom (STC)} 1 \left[ \frac{kW}{m^2} \right]}$$

**Nasłonecznienie** – nasłonecznienie na powierzchnię poziomą, odczytane z map nasłonecznienia, wynosi 1100 kWh/m<sup>2</sup>



**wspKor** – współczynnik korekcyjny, pozwalający na przeliczenie danych o nasłonecznieniu na pochyloną powierzchnię modułów fotowoltaicznych z danych o nasłonecznieniu, przyjęto 1,0

**moc modułów** – moc nominalna generatora PV wyznaczona w warunkach STC, przyjęto 17,5 kWp

**Nat. prom. (STC)** – natężenie promieniowania słonecznego, przy którym testowane są moduły fotowoltaiczne 1 100 W/m<sup>2</sup> (1,0 kW/m<sup>2</sup>)

**WW** – współczynnik wydajności, wskaźnik uwzględniający poziom strat na instalacji fotowoltaicznej, obliczany jako 100% - poziom wszystkich strat. Wydajność przyjęto na poziomie 38,70%

$$E = \frac{1100 \cdot 1,0 \cdot 17,5 \cdot 0,387}{1} = 7\,449,8 \text{ kWh}$$

| Lp. | Opis wybranego usprawnienia   | Stan istniejący | Stan po termomodernizacji |
|-----|---|-----------------|---------------------------|
| 1.  | Energia elektryczna uzyskana z paneli fotowoltaicznych [kW]               | -               | 17,5                      |
| 2.  | Opłata za 1kWh energii elektrycznej                                       | 0,65            | 0,65                      |
| 3.  | Roczna produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych [kWh/rok] | -               | 7 449,8                   |
| 4.  | <b>Roczna oszczędność kosztów [zł]</b>                                    | -               | <b>4 842,34</b>           |

Koszt montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku: 100 000 zł brutto.

W obiekcie założono także montaż systemu zarządzania energią - **BMS**. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii elektrycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku.

W przypadku oświetlenia dotyczy ono wykonania szeregu czujników, wykrywających obecność pracownika w miejscu pracy oraz natężenie światła i możliwość wykorzystania światła dziennego w oświetleniu pomieszczeń.

System powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

W ramach modernizacji założono również wymianę systemu oświetlenia na energooszczędne. Zakłada się całkowitą modernizację oświetlenia w budynku – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia w obiekcie. Natężenie oświetlenia po termomodernizacji należy dostosować do aktualnie obowiązujących norm dla budynków użyteczności publicznej z maksymalnym wykorzystaniem światła dziennego. Przed modernizacją systemu oświetlenia zaleca się wykonanie pomiarów natężenia oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach z dostosowaniem systemu do warunków i usytuowania stanowisk pracy.

## Wymiana oświetlenia na energooszczędne

W budynku założono wymianę całego oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne.

| Lp. | Omówienie wybranego usprawnienia  | Stan istniejący | Stan po termomodernizacji |
|-----|---|-----------------|---------------------------|
| 1.  | Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]   | 154,79          | 111,44                    |
| 2.  | Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia $F_c$   | 1               | 0,95                      |
| 3.  | Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia $t_D$ [h]   | 1000            | 1000                      |
| 4.  | Czas użytkowania oświetlenia w nocy, $t_N$ [h]  | 1500            | 1500                      |
| 5.  | Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, $F_o$                                   | 1               | 0,95                      |
| 6.  | Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, $F_D$                              | 1               | 0,95                      |
| 7.  | Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]                           | 386974,14       | 238864,68                 |
| 8.  | Koszt oświetlenia [zł/rok]  | 251533,19       | 155262,04                 |
| 9.  | Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok] |                 | 148109,46                 |
| 10. | Roczna oszczędność kosztów [zł]   |                 | 96271,15                  |
| 11. | <b>Koszt usprawnienia [zł brutto]*</b>  | -               | <b>850 000,00</b>         |
| 12. | <b>SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji</b>   | -               | <b>8,83</b>               |

\*w koszt usprawnienia wliczono koszt opraw i źródeł światła, wykonania niezbędnych prac dodatkowych, związanych z wymianą elektryki w celu wymiany opraw i źródeł światła.

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na moc elektryczną, kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 9 lat.

Oszczędność energii końcowej (zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową z sieci) wynosi **38,27%**.

## 5. Podsumowanie

W audycie efektywności energetycznej założono następujące usprawnienia:

- wymiana oświetlenia budynku na energooszczędne wraz z wymianą elektryki w niezbędnym zakresie oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS) – **850 000,00 zł**
- montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii - **100 000,00 zł**

Całkowity koszt przedsięwzięcia wynosi 950 000,00 zł. Uzyskana oszczędność kosztów wynosi 101 113,49 zł.

Przed montażem paneli fotowoltaicznych na dachu budynku należy wykonać ekspertyzę techniczną, dotyczącą możliwości obciążenia dachu instalacją i ew. wzmocnić konstrukcję przed montażem paneli. Usytuowanie paneli na dachu określa Wykonawca, biorąc pod uwagę możliwości techniczne oraz ułożenie kominów i innych elementów dachu. Zaleca się montaż paneli od strony południowo-wschodniej, południowej i południowo-zachodniej.

**UWAGA: z uwagi na dofinansowanie projektu oraz brak możliwości odsprzedaży energii elektrycznej do sieci, należy założyć wykonanie tzw. blokera wypływu energii do sieci.**