

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

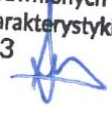
dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

## BUDYNEK MIESZKALNY PRZY UL. KOLONIA 13 W EŁKU



|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Inwestor:</b>         | <b>Gmina Miasto Ełk<br/>ul. Piłsudskiego 4<br/>Kod: 19-300 Miejscowość: Ełk<br/>Powiat: ełcki<br/>województwo: mazowieckie</b> |
| <b>Wykonawca audytu:</b> | <b>EkoEnerg Marek Adamus ul. Piastowska 18/3<br/>44-122 Gliwice; tel. 607335624</b>  |

Gliwice, 14.06.2024 - korekta 16.06.2025 / 5.09.2025

| Strona tytułowa audytu energetycznego budynku  |   |                                     |   |
|--|---|-------------------------------------|---|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku  |   |                                     |   |
| 1.1 Rodzaj budynku   | mieszkalny  | 1.2. Rok ukończenia budowy          | 1923  |
| 1.3. Inwestor<br><br>(Nazwa lub imię i nazwisko,<br>adres do korespondencji,<br>PESEL)   | Gmina Miasto Elk<br><br>ul. Piłsudskiego 4<br>kod: 19-300 Elk<br>województwo: warmińsko-mazurskie | 1.4. Adres<br>budynek               | Budynek mieszkalny<br><br>19-300 Elk<br>ul. Kolonia 13<br>powiat elcki<br>województwo warmińsko-mazurskie |
| 2. Nazwa, adres i nr REGON (PESEL) podmiotu wykonującego audyt   |   |                                     |   |
| EkoEnerg Marek Adamus ul. Piastowska 18/3 44-122 Gliwice; tel. 607335624   |   |                                     |   |
| NIP 6311901665   |   | REGON 381674105                     | e-mail: eko.energ@wp.pl   |
| 3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis  |   |                                     |   |
| <p>mgr inż. Marek Adamus, ukończony Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, kierunek Inżynieria i Ochrona Środowiska, 1999 r.</p> <p>Ukończony kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego organizowany przez Fundację Poszanowania Energii - nr zaświadczenia 1399</p> <p>Uprawnienia do sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, lokalu mieszkalnego oraz części budynku, stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową nr MI/ŚE/1321/2009 (nr wpisu do wykazu osób uprawnionych do sporządzania świadectw 3153)</p> <div style="text-align: right;"> <p><b>mgr inż. Marek Adamus</b><br/> <b>Audytór energetyczny</b><br/>         Nr wpisu do wykazu osób uprawnionych<br/>         do sporządzania świadectw charakterystyki<br/>         energetycznej: 3153</p>  </div> |   |                                     |   |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac   |   |                                     |   |
| Lp.  | Imię i nazwisko   | Zakres udziału w opracowaniu audytu | Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)  |
| 1  |   |                                     |   |
| 5. Miejscowość   | Gliwice   | 6. Data wykonania opracowania       | 14.06.2024 - korekta<br>16.06.2025/ 5.09.2025   |
| 7. Spis treści   |   |                                     |   |
| <p>1. Strona tytułowa str. 2</p> <p>2. Karta audytu energetycznego str. 3</p> <p>3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora str. 6</p> <p>4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku str. 7</p> <p>5. Ocena stanu technicznego budynku str. 10</p> <p>6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego str. 11</p> <p>7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego str. 12</p> <p>8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych przewidzianego do realizacji str. 25</p> <p>Załączniki str. 26</p>   |   |                                     |   |

# Audyt energetyczny budynku mieszkalnego przy ul. Kolonia 13 w Ełku

| <b>2. Karta audytu energetycznego budynku <sup>1)</sup></b>  |   |                                       |                                       |
|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>1. Dane ogólne</b>  |   | Stan przed termomodernizacją          | Stan po termomodernizacji             |
| 1.   | Konstrukcja / technologia budynku   | Tradycyjna                            | Tradycyjna                            |
| 2.   | Liczba kondygnacji  | 2                                     | 2                                     |
| 3.   | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]  | 372,00                                | 372,00                                |
| 4.   | Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]   | 133,82                                | 133,82                                |
| 5.   | Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]   | 133,82                                | 133,82                                |
| 6.   | Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]  | 100,00%                               | 100,00%                               |
| 7.   | Liczba lokali mieszkalnych  | 1                                     | 1                                     |
| 8.   | Liczba osób użytkujących budynek  | 3                                     | 3                                     |
| 9.   | Sposób przygotowania ciepłej wody   | Elektryczne podgrzewacze akumulacyjne | Elektryczne podgrzewacze akumulacyjne |
| 10.  | Rodzaj systemu ogrzewania budynku   | Kocioł węglowy                        | Kocioł węglowy                        |
| 11.  | Współczynnik kształtu A/V [1/m]   | 0,87                                  | 0,87                                  |
| 12.  | Inne dane charakteryzujące budynek  | -                                     | -                                     |
| <b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>              |   | Stan przed termomodernizacją          | Stan po termomodernizacji             |
| 1.   | Ściany zewnętrzne   | 1,404                                 | 0,180                                 |
|  | Ściany zewnętrzne cokołowe  | 1,404                                 | 0,280                                 |
| 2.   | Ściany zewnętrzne przy gruncie  | 0,720                                 | 0,216                                 |
| 3.   | Podłoga w piwnicy   | 0,273                                 | 0,273                                 |
|  | Podłoga na gruncie  | 0,296                                 | 0,296                                 |
| 4.   | Strop parteru   | 1,435                                 | 0,141                                 |
| 5.   | Strop piwnicy   | 1,120                                 | 1,120                                 |
| 6.   | Okna zewnętrzne   | 3,600                                 | 0,900                                 |
| 7.   | Drzwi zewnętrzne  | 5,100                                 | 1,300                                 |
| <b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b> |   |                                       |                                       |
| 1.   | Sprawność wytwarzania   | 0,82                                  | 0,82                                  |
| 2.   | Sprawność przesyłu  | 0,80                                  | 0,90                                  |
| 3.   | Sprawność regulacji i wykorzystania   | 0,77                                  | 0,88                                  |
| 4.   | Sprawność akumulacji  | 1,00                                  | 1,00                                  |
| 5.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia   | 1,00                                  | 1,00                                  |
| 6.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby   | 1,00                                  | 1,00                                  |
| 7.   | Całkowita sprawność systemu ogrzewania  | 0,51                                  | 0,65                                  |
| <b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>                           |   |                                       |                                       |
| 1.   | Sprawność wytwarzania   | 0,96                                  | 0,96                                  |
| 2.   | Sprawność przesyłu  | 0,60                                  | 0,70                                  |
| 3.   | Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła  | 1,00                                  | 1,00                                  |
| 4.   | Sprawność akumulacji  | 0,85                                  | 0,85                                  |
| <b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>   |   |                                       |                                       |
| 1.   | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)  | Wentylacja grawitacyjna               | Wentylacja grawitacyjna               |
| 2.   | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza  | Okna i drzwi, kanały wywiewne         | Okna i drzwi, kanały wywiewne         |
| 3.   | Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]   | 318,30                                | 318,30                                |
| 4.   | Krotność wymian powietrza [1/h]   | 0,9                                   | 0,9                                   |
| <b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>   |   |                                       |                                       |
| 1.   | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]  | 26,48                                 | 6,73                                  |
| 2.   | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]   | 8,00                                  | 8,00                                  |
| 3.   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]   | 231,94                                | 44,08                                 |
| 4.   | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]                                       | 459,18                                | 67,87                                 |
| 5.   | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]  | 27,09                                 | 23,22                                 |
| 6.   | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | Brak danych                           | -                                     |
| 7.   | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                   | Brak danych                           | -                                     |

Audyt energetyczny budynku mieszkalnego przy ul. Kolonia 13 w Ełku

| Charakterystyka energetyczna budynku (c.d.)  |  | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|--|--|------------------------------|---------------------------|
| 8.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]  | 481,45                       | 91,50                     |
| 9.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]   | 953,14                       | 140,89                    |
| 10. <sup>2)</sup>  | Udział odnawialnych źródeł energii [%]   | 0,00                         | 0,00                      |
| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)                            |  |                              |                           |
| 1.   | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ] - węgiel  | 63,23                        | 63,23                     |
| 2.   | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]  | 0,00                         | 0,00                      |
| 3.   | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]   | 18,08                        | 2,67                      |
| 4.   | Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m³]  | 125,16                       | 107,28                    |
| 5.   | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]  | -                            | -                         |
| 6.   | Opłata za 1 GJ energii na c.w.u. <sup>3)</sup> [zł/GJ] energia elektryczna   | 325,00                       | 325,00                    |
| 8.1 Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego |  |                              |                           |
| 1.   | EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m²·rok)]   | 1 009,37                     | 189,08                    |
| 2.   | EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m²·rok)]   | 1 189,02                     | 275,46                    |
| 3.   | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]   | 81,27%                       |                           |
| 4.   | Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]   | 395,17                       |                           |
| 5.   | Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]   | 9,44                         |                           |
| 6.   | Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]  | 37,48                        |                           |
| 7.   | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]   | 26 001,33 zł                 |                           |
| 8.   | Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] <sup>4)</sup>   | 0,00                         |                           |
| 8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego                      |  |                              |                           |
| 1.   | Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]   | netto                        | brutto                    |
|  |  | 247 847,56 zł                | 267 675,37 zł             |
| 2.   | Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] <sup>4)</sup>   | netto                        | brutto                    |
|  |  | 0,00 zł                      | 0,00 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 [%] <sup>4)</sup> | 0,00%                        |                           |
| 4.   | Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE <sup>5)</sup>   |                              |                           |
| 5.   | Premia termomodernizacyjna <sup>6)</sup> [zł] <sup>*)</sup>  | 69 595,60 zł                 |                           |



| 9. Grant termomodernizacyjny             |   |             |
|--|---|-------------|
| 1.                                       | Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami<br>wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r.<br>– Prawo budowlane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]  | 65,0        |
| 2.                                       | Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku <del>ODPOWIADAJĄ</del> / NIE ODPOWIADAJĄ <sup>7)</sup> wymaganiom izolacyjności<br>cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo<br>budowlane  |             |
| 3.                                       | Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] <sup>8)***)</sup>  | Nie dotyczy |
| 10. Premia MZG i grant MZG <sup>9)</sup> |   |             |
| 1.                                       | Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <sup>7)</sup> w<br>budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: <del>TAK</del> /NIE, jeżeli TAK, to:<br>– pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 <sup>7)</sup>                              |             |
| 2.                                       | Wysokość premii MZG [zł]  | -           |
| 3.                                       | Wysokość grantu MZG [zł] <sup>4)****)</sup>   | -           |
| 4.                                       | Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]   | -           |
| 11. Inne                                 |   |             |
| 1.                                       | W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <del>ZOSTANIE</del> / NIE ZOSTANIE <sup>7)</sup> zastosowana wysokosprawna<br>kogeneracja  |             |
| 2.                                       | Budynek JEST / <del>NIE-JEST</del> <sup>7)</sup> wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków  |             |
| 3.                                       | Przedsięwzięcie <del>STANOWI</del> / NIE STANOWI <sup>7)</sup> przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy  |             |
| 4.                                       | Z audytu energetycznego WYNIKA / <del>NIE-WYNIKA</del> <sup>7)</sup> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego<br>elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa<br>w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy <sup>10)</sup> |             |

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

<sup>3)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

<sup>4)</sup> Jeśli dotyczy.

<sup>5)</sup> Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

<sup>6)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

<sup>7)</sup> Niepotrzebne skreślić.

<sup>8)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.

<sup>9)</sup> Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.

<sup>10)</sup> 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.

| <b>3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne inwestora</b>  |               |
|---|---------------|
| <b>3.1. Dokumentacja projektowa (wykaz dokumentów i danych źródłowych):</b>   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt techniczny (wykonawczy) - termomodernizacja budynku komunalnego Gminy Miasta Elk wraz z wymianą instalacji c.o., c.w.u., i instalacji odgromową oraz wymianą opaski przy ul. Kolonia 13, 19-300 Elk, Energoprojekty Sp. z o.o., Andrzej Zygmunt Gałęcki, 7 listopad 2025,</li> <li>Kosztyorys inwestorski termomodernizacja budynku mieszkalnego przy ul. Szkolna 5, 19-325 Straduny, Energoprojekty Sp. z o.o., Gustaw Rudziak, 14 maja 2025,</li> </ul>  |               |
| <b>3.2. Inne dokumenty</b>  |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>dokumentacja fotograficzna budynku,</li> <li>ankieta wstępna,</li> <li>wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> dla paliw na podstawie danych KOBIZE za rok 2025: 94,84 kg/GJ (Tabela 17),</li> <li>aktualna taryfa przedsiębiorstwa elektroenergetycznego.</li> </ul>   |               |
| <b>3.3. Osoby udzielające informacji</b>  |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>zarządca budynku.</li> </ul>   |               |
| <b>3.4. Wizja lokalna</b>   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>miała miejsce w maju 2025.</li> </ul>  |               |
| <b>3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)</b>  |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zmniejszenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne oraz modernizację instalacji c.o. i c.w.u.</li> </ul>  |               |
| <b>3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia</b>  |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>szacunkowa wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,</li> </ul>  | 40 151,31 zł  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>szacunkowa kwota kredytu planowana do zaciągnięcia przez inwestora,</li> </ul>   | 0,00 zł       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>szacunkowa kwota dofinansowania ze środków unijnych planowana do uzyskania przez inwestora.</li> </ul>   | 227 524,06 zł |
| <b>3.7. Wykaz podstawowych norm i przepisów</b>   |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków – Dz.U.2022 poz. 438, z późniejszymi zmianami;</li> <li>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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. 2009);</li> <li>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 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. 2015r. Poz. 1606);</li> <li>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 29 kwietnia 2020r. 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. 2020r., poz. 879);</li> <li>Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 grudnia 2022r. 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. 2022 r., Poz. 2816);</li> <li>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2022 poz.1225 wraz z późniejszymi zmianami);</li> <li>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. 2015r. poz. 376);</li> <li>Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 28 marca 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2023r. poz. 697);</li> <li>Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń;</li> <li>PN - EN - ISO 13370: 2001 "Właściwości cieplne budynków - wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania";</li> <li>PN - EN ISO 14863: 2001 "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła - metody uproszczone i wartości orientacyjne";</li> <li>Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.</li> </ul> |               |

| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku |   |                            |                                       |
|--|---|----------------------------|---------------------------------------|
|  |   |                            |                                       |
| 4a. Ogólne dane o budynku                      |   |                            |                                       |
|  |   |                            |                                       |
| Własność                                       |   | Gmina Miasto Ełk           |                                       |
| Przeznaczenie budynku                          |   | Budynek mieszkalny         |                                       |
| Adres  |   | ul. Kolonia 13, 19-300 Ełk |                                       |
| Budynek  |   | Wolnostojący               |                                       |
|  |   |                            |                                       |
| Rok budowy                                     |   | 1923                       |                                       |
| Technologia budynku                            |   | Tradycyjna                 |                                       |
|  |   |                            |                                       |
| 1  | Powierzchnia zabudowana   | m <sup>2</sup>             | 164,22                                |
| 2  | Kubatura budynku  | m <sup>3</sup>             | 726,61                                |
| 3  | Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy | m <sup>3</sup>             | 372,00                                |
| 4  | Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze   | m <sup>2</sup>             | 133,82                                |
| 5  | Budynek posiada piwnice   |                            | Tak                                   |
| 6  | Liczba kondygnacji  |                            | 2                                     |
| 7  | Liczba klatek schodowych  |                            | 1                                     |
| 8  | Wysokość kondygnacji w świetle  | m                          | kondygnacja nadziemna: średnio 2,78 m |
| 9  | Liczba użytkowników lokali mieszkalnych   | os.                        | 3                                     |
| 10   | Liczba mieszkań   | szt.                       | 1                                     |
| 11   | Współczynnik kształtu A/V   | 1/m                        | 1,75                                  |

#### 4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Istniejący budynek mieszkalny, posiada dwie kondygnacje nadziemne i 1 kondygnację częściowo podziemną. Zbudowany na planie prostokąta, jest to obiekt wolnostojący o prostej formie architektonicznej. Ściany zewnętrzne i wewnętrzne murowane są z cegły na zaprawie wapiennej. Dach o konstrukcji drewnianej krokwiowo - płatwiowej.

Obiekt używany jest od poniedziałku do niedzieli przez całą dobę

Przegrody budowlane wykazują istotne niedomagania dotyczące technologii budowlanej prowadzące do zbyt niskiej izolacyjności przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, okna, drzwi, strop parteru, ściany cokołowe oraz ściany przy gruncie).

Opis pozostałych przegród zewnętrznych występujących w budynku:

Podłoga w piwnicy i na gruncie warstwowa wykonana z: posadzka, wylewka z betonu, warstwa betonu chudego oraz podsypka z piasku grubego.

Stolarka okienna o średnim współczynniku  $U=3,600 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

Drzwi zewnętrzne - o średnim współczynniku przenikania  $U=5,100 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ .

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych   |                | Dane w stanie ist. |
|-----|---|----------------|--------------------|
| 1.  | Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną c.o.)   | $q_{moc}$ [kW] | 26,48              |
| 2.  | Zamówiona moc cieplna - c.o.  | $q$ [kW]       | -                  |
| 3.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | $Q_H$ [GJ]     | 231,94             |
| 4.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania  | $Q_S$ [GJ]     | 459,18             |
| 5.  | Oplaty (z VAT)  |                |                    |
|     | opłata stała (za moc zamówioną)   | zł/MW / msc    | 0,00               |
|     | opłata zmienna  | zł/GJ          | 63,23              |
|     | opłata stała abonamentowa   | zł / msc       | 0,00               |

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych  | Dane w stanie istniejącym   |
|-----|--|---|
| 1.  | Sposób ogrzewania                                      | Budynek zasilany w ciepło z kotła węglowego   |
| 2.  | Parametry pracy instalacji                             | 90/70°C   |
| 3.  | Przewody w instalacji                                  | Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna - wodna, grzejnikowa, pompowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Instalacja c.o. w niedostatecznym stanie technicznym. |
| 4.  | Rodzaje grzejników                                     | Zastosowano różnego typu grzejniki stalowe.   |
| 5.  | Oslonięcie grzejników                                  | Brak  |
| 6.  | Zawory termostaticzne                                  | NIE   |
| 7.  | Sprawności składowe systemu grzewczego                 | $\eta_w = 0,82$   |
|     |  | $\eta_d = 0,80$   |
|     |  | $\eta_e = 0,77$   |
|     |  | $\eta_s = 1,00$   |
| 8.  | Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę | 7/24  |
| 9.  | Modernizacja instalacji po 1984r.                      | Nie dotyczy   |

#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Rodzaj danych        | Dane w stanie istniejącym   |
|-----|----------------------|---|
| 1.  | Rodzaj instalacji    | Ciepła woda użytkowa przygotowywana przy wykorzystaniu elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych. Przewody instalacji c.w.u. w złym stanie technicznym. |
| 2.  | Piony i ich izolacja | NIE   |
| 3.  | Cyrkulacja           | TAK   |

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych                          | Dane w stanie istniejącym |
|-----|--|---------------------------|
| 1.  | Rodzaj wentylacji                      | Wentylacja grawitacyjna   |
| 2.  | Strumień powietrza wentylacyjnego m³/h | 318,3                     |

#### 4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Budynek zasilany w ciepło z kotła węglowego.

| 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku   |   |   |
|--|---|---|
| 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku  |   |   |
| <p><b>Ściany zewnętrzne</b> charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła <math>U = 1,404 \text{ [W/m}^2\text{.K]}</math>, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków. Stan techniczny przegrody dostateczny.</p> <p><b>Ściany zewnętrzne cokołowe</b> charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła <math>U = 1,404 \text{ [W/m}^2\text{.K]}</math>, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków. Stan techniczny przegrody dostateczny.</p> <p><b>Ściany zewnętrzne - przy gruncie</b> budynku charakteryzują się współczynnikiem przenikania ciepła <math>U = 0,720 \text{ [W/m}^2\text{.K]}</math>, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków. Stan techniczny przegrody dostateczny.</p> <p><b>Strop parteru</b>, o niedostatecznych parametrach izolacyjnych (współczynnik <math>U = 1,435 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math>, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków - w dostatecznym stanie technicznym.</p> <p><b>Strop piwnicy</b>, o niedostatecznych parametrach izolacyjnych (współczynnik <math>U = 1,120 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math>, który nie spełnia obecnych wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków - w dostatecznym stanie technicznym. <b>Brak możliwości docieplenia przegrody ze względu na zbyt niską wysokość piwnic w świetle.</b></p> <p><b>Okna zewnętrzne</b> - w złym stanie technicznym o średnim współczynniku przenikania ciepła <math>U = 3,600 \text{ [W/m}^2\text{.K]}</math></p> <p><b>Drzwi zewnętrzne</b> - w dostatecznym stanie technicznym, o współczynniku przenikania ciepła <math>U = 5,100 \text{ [W/m}^2\text{.K]}</math>.</p> <p><b>Podłoga w piwnicy</b> - charakteryzuje się wartością współczynnika przenikania ciepła dla na poziomie <math>0,273 \text{ W/m}^2\text{.K}</math>, który spełnia obecne wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków.</p> <p><b>Podłoga na gruncie</b> - charakteryzuje się wartością współczynnika przenikania ciepła dla na poziomie <math>0,296 \text{ W/m}^2\text{.K}</math>, który spełnia obecne wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków.</p> |   |   |
| <p><b>5.2. System grzewczy</b></p> <p>Budynek zasilany w ciepło z kotła węglowego. Zgodnie z decyzją Inwestora nie przewiduje się wymiany istniejącego kotła węglowego. Instalacja w niedostatecznym stanie technicznym z uwagi na jej długoletnie użytkowanie. Grzejniki są zanieczyszczone, co powoduje spadek ich zdolności emisyjnej.</p>  |   |   |
| <p><b>5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.</b></p> <p>Budynek zasilany w ciepłą wodę użytkową z elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych w dobrym stanie. Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w niedostatecznym stanie technicznym. Brak izolacji termicznej przewodów poziomych w pomieszczeniach nieogrzewanych.</p>  |   |   |
| Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela   |   |   |
| Lp.  | Charakterystyka stanu istniejącego  | Możliwości i sposób poprawy   |
| 1.   | <p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają w większości niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne nadziemia</li> <li>- ściany zewnętrzne przy gruncie, ściany cokołowe</li> <li>- strop parteru</li> <li>- strop nad piwnicą</li> <li>- podłoga w piwnicy i przy gruncie</li> </ul> | <p>Docieplenie przegród do wartości <math>U_c</math> obowiązującymi od 1 stycznia 2021 roku.</p> <p><math>U_c \leq 0,200 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math></p> <p><math>U_c \leq 0,900 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math></p> <p><math>U_c \leq 0,150 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math></p> <p><math>U_c \leq 0,250 \text{ [W/m}^2\text{K]}</math></p> <p>bez zmian</p> |
| 2.   | <p><b>Okna zewnętrzne</b> - o współczynniku <math>U = 3,600 \text{ W/m}^2\text{.K}</math></p> <p><b>Drzwi zewnętrzne</b> o współczynniku <math>U = 5,100 \text{ W/m}^2\text{.K}</math></p>  | <p>wymiana na okna <math>U \leq 0,900 \text{ W/m}^2\text{.K}</math></p> <p>wymiana na drzwi <math>U \leq 1,300 \text{ W/m}^2\text{.K}</math></p>  |
| 3.   | <p><b>Wentylacja</b></p> <p>Grawitacyjna</p>  | bez zmian   |
| 4.   | <p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b></p> <p>Budynek zasilany w ciepłą wodę użytkową z elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych.</p>   | bez zmian   |
| 5.   | <p><b>System grzewczy</b></p> <p>Budynek zasilany w ciepło z kotła węglowego.</p>   | bez zmian   |



**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

| L.p.          | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć                              | Sposób realizacji  |
|---------------|--|--|
| 1             | Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne | Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie, ścian cokołowych, ścian nadziemna, ocieplenie stropu parteru, ocieplenie stropu piwnicy, wymiana okien zewnętrznych, wymiana drzwi zewnętrznych. |
| 2             | Podwyższenie sprawności instalacji c.o.                          | Modernizacja instalacji c.o.   |
| 3             | Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.                        | Modernizacja instalacji c.w.u.   |
| 4             | Wentylacja   | bez zmian  |
| <b>Uwagi:</b> |  |  |

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przenikania przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Wyszczególnienie         |                             | W stanie obecnym | Po termomodernizacji | Jednostka                 |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|---------------------------|
| $t_{wo}$                 | dla pomieszczeń ogrzewanych | 20,0             | 20,0                 | $^{\circ}\text{C}$        |
|                          | dla piwnic                  | 1,7              | 7,8                  |                           |
| $t_{zo}$                 | dla pomieszczeń ogrzewanych | -20,0            | -20,0                | $^{\circ}\text{C}$        |
|                          | dla piwnic                  | -20,0            | -20,0                |                           |
| $S_d^*$                  | dla pomieszczeń ogrzewanych | 4487             | 4487                 | dzień $\cdot$ K $\cdot$ a |
|                          | dla piwnic                  | 1865             | 2141                 |                           |
| $O_{0m}, O_{1m},$        |                             | 0,00             | 0,00                 | zł/(MW $\cdot$ mc)        |
| $O_{0z}, O_{1z},$ c.o.   |                             | 63,23            | 63,23                | zł/GJ                     |
| $O_{0z}, O_{1z},$ c.w.u. |                             | 325,00           | 325,00               | zł/GJ                     |
| $A_{b0}, A_{b1},$        |                             | 0,00             | 0,00                 | zł/m-c                    |

\* liczbę stopniodni standartowych przyjęto dla stacji meteorologicznej w Suwałkach w oparciu o dane Ministerstwa Infrastruktury

\*\* ceny dla taryfy przedsiębiorstwa elektroenergetycznego oraz na podstawie cen węgla.

| 7.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |   |                             |                 | Przegroda                     |                  |                       |
|---|---|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
|   |   |                             |                 | Ocieplenie ścian zewnętrznych |                  |                       |
| <b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat   |   |                             |                 | <b>A</b>                      | =                | 152,03 m <sup>2</sup> |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  |   |                             |                 | <b>A<sub>kosz</sub></b>       | =                | 140,96 m <sup>2</sup> |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>  |   |                             |                 |                               |                  |                       |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:   |   |                             |                 |                               |                  |                       |
| wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 2<br>wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany współczynnik przenikania ciepła $U_c$ obowiązujący od 1 stycznia 2021, a wartość SPBT będzie najniższa<br>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2 |   |                             |                 |                               |                  |                       |
| Lp.   | Omówienie   | Jedn.                       | Stan istniejący | Warianty                      |                  |                       |
|   |   |                             |                 | 1                             | 2                | 3                     |
| 1   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej $g$  | m                           |                 | 0,13                          | <b>0,15</b>      | 0,17                  |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$  | m <sup>2</sup> ·K/W         |                 | 4,19                          | <b>4,84</b>      | 5,48                  |
| 3   | Opór cieplny $R$  | m <sup>2</sup> ·K/W         | 0,71            | 4,91                          | <b>5,55</b>      | 6,20                  |
| 4   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                        | 82,74           | 12,01                         | <b>10,62</b>     | 9,51                  |
| 5   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                                 | MW                          | 0,0085          | 0,0012                        | <b>0,0011</b>    | 0,0010                |
| 6   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | zł/a                        |                 | 4 472,59                      | <b>4 560,88</b>  | 4 630,79              |
| 7   | Cena jednostkowa usprawnienia   | zł/m <sup>2</sup>           |                 | 598,24                        | <b>636,24</b>    | 674,24                |
| 8   | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$   | zł                          |                 | 84 325,36                     | <b>89 681,69</b> | 95 038,02             |
| 9   | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                        |                 | 18,85                         | <b>19,66</b>     | 20,52                 |
| 10  | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> ·K         | 1,404           | 0,204                         | <b>0,180</b>     | 0,161                 |
| Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego z uwzględnieniem ilości otworów okiennych w analizowanej przegrodzie. Kolorem wyróżniono grubość wybraną.  |   |                             |                 |                               |                  |                       |
| <b>Wybrany wariant : 2</b>  |   | <b>Koszt : 89 681,69 zł</b> |                 | <b>SPBT= 19,66 lat</b>        |                  |                       |

| 7.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie   |   |                             |                 | Przegroda                                  |                  |                      |
|--|---|-----------------------------|-----------------|--|------------------|----------------------|
|  |   |                             |                 | Ocieplenie ścian zewnętrznych (cokołowych) |                  |                      |
| <b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat  |   |                             |                 | <b>A</b>                                   | =                | 70,62 m <sup>2</sup> |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia   |   |                             |                 | <b>A<sub>kosz</sub></b>                    | =                | 70,62 m <sup>2</sup> |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>   |   |                             |                 |  |                  |                      |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy płytami styropianowymi o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:   |   |                             |                 |  |                  |                      |
| wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantie 2  |   |                             |                 |  |                  |                      |
| wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany współczynnik przenikania ciepła $U_c$ obowiązujący od 1 stycznia 2021, a wartość SPBT będzie najniższa   |   |                             |                 |  |                  |                      |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2   |   |                             |                 |  |                  |                      |
| Lp.  | Omówienie   | Jedn.                       | Stan istniejący | Warianty                                   |                  |                      |
|  |   |                             |                 | 1  | 2                | 3                    |
| 1  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej $g$  | m                           |                 | 0,08                                       | <b>0,10</b>      | 0,12                 |
| 2  | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$  | m <sup>2</sup> K/W          |                 | 2,29                                       | <b>2,86</b>      | 3,43                 |
| 3  | Opór cieplny $R$  | m <sup>2</sup> K/W          | 0,71            | 3,00                                       | <b>3,57</b>      | 4,14                 |
| 4  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                        | 15,98           | 4,36                                       | <b>3,66</b>      | 3,15                 |
| 5  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                                 | MW                          | 0,0022          | 0,0005                                     | <b>0,0004</b>    | 0,0004               |
| 6  | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | zł/a                        |                 | 734,83                                     | <b>778,93</b>    | 810,86               |
| 7  | Cena jednostkowa usprawnienia   | zł/m <sup>2</sup>           |                 | 670,00                                     | <b>700,00</b>    | 730,00               |
| 8  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$   | zł                          |                 | 47 315,40                                  | <b>49 434,00</b> | 51 552,60            |
| 9  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                        |                 | 64,39                                      | <b>63,46</b>     | 63,58                |
| 10   | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> K          | 1,404           | 0,334                                      | <b>0,280</b>     | 0,241                |
| <b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>   |   |                             |                 |  |                  |                      |
| Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Kolorem wyróżniono grubość wybraną.  |   |                             |                 |  |                  |                      |
| <b>UWAGA:</b> Z przyczyn technicznych wybrano wariant 2 ocieplenia - 10 cm. W wyniku realizacji przedsięwzięcia wzrośnie temperatura w piwnicy co z kolei wpłynie na zmniejszenie strat z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni nieogrzewanej (obliczenia cieplne w audycie są przeprowadzane metodą bilansową). |   |                             |                 |  |                  |                      |
| <b>Wybrany wariant : 2</b>   |   | <b>Koszt : 49 434,00 zł</b> |                 | <b>SPBT= 63,46 lat</b>                     |                  |                      |

| 7.1.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |   |                      |                 | Przegroda                                  |                  |                      |
|---|---|----------------------|-----------------|--|------------------|----------------------|
|   |   |                      |                 | Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie |                  |                      |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat  |   |                      |                 | <b>A</b>                                   | =                | 54,32 m <sup>2</sup> |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  |   |                      |                 | <b>A<sub>kosz</sub></b>                    | =                | 63,20 m <sup>2</sup> |
| Opis wariantów usprawnienia   |   |                      |                 |  |                  |                      |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie płytami styropianowymi o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:   |   |                      |                 |  |                  |                      |
| wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantie 2<br>wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany współczynnik przenikania ciepła $U_c$ obowiązujący od 1 stycznia 2021, a wartość SPBT będzie najniższa<br>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2 |   |                      |                 |  |                  |                      |
| Lp.   | Omówienie   | Jedn.                | Stan istniejący | Warianty                                   |                  |                      |
|   |   |                      |                 | 1  | 2                |                      |
| 1   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej <b>g</b>                                       | m                    |                 | 0,08                                       | <b>0,10</b>      | 0,12                 |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego <b><math>\Delta R</math></b>                                      | m <sup>2</sup> ·K/W  |                 | 2,29                                       | <b>2,86</b>      | 3,43                 |
| 3   | Opór równoważny gruntu  | m <sup>2</sup> ·K/W  |                 | 0,380                                      | <b>0,380</b>     | 0,380                |
| 4   | Opór cieplny <b>R</b>   | m <sup>2</sup> ·K/W  | 1,39            | 4,05                                       | <b>4,63</b>      | 5,20                 |
| 5   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                 | 6,30            | 2,48                                       | <b>2,17</b>      | 1,93                 |
| 6   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                          | MW                   | 0,0008          | 0,0003                                     | <b>0,0003</b>    | 0,0002               |
| 7   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | zł/a                 |                 | 241,84                                     | <b>261,20</b>    | 276,29               |
| 8   | Cena jednostkowa usprawnienia   | zł/m <sup>2</sup>    |                 | 270,13                                     | <b>320,13</b>    | 370,13               |
| 9   | Koszt realizacji usprawnienia <b><math>N_U</math></b>   | zł                   |                 | 17 072,72                                  | <b>20 232,87</b> | 23 393,02            |
| 10  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                 |                 | 70,59                                      | <b>77,46</b>     | 84,67                |
| 11  | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> ·K  | 0,720           | 0,247                                      | <b>0,216</b>     | 0,192                |
| Podstawa przyjętych wartości $N_U$  |   |                      |                 |  |                  |                      |
| Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Kolorem wyróżniono grubość wybraną.   |   |                      |                 |  |                  |                      |
| Wybrany wariant : 2   |   | Koszt : 20 232,87 zł |                 | SPBT= 77,46 lat                            |                  |                      |

| 7.1.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |   |                               |                 | Przegroda                 |          |                            |
|---|---|-------------------------------|-----------------|---------------------------|----------|----------------------------|
|   |   |                               |                 | Ocieplenie stropu parteru |          |                            |
| Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat<br>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia   |   |                               |                 | A                         | =        | 173,60      m <sup>2</sup> |
|   |   |                               |                 | A <sub>kosz</sub>         | =        | 151,96      m <sup>2</sup> |
| Opis wariantów usprawnienia   |   |                               |                 |                           |          |                            |
| Przewiduje się ocieplenie stropu i stropodachu wełną mineralną o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż  |   |                               |                 |                           |          |                            |
| λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:   |   |                               |                 |                           |          |                            |
| wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 2  |   |                               |                 |                           |          |                            |
| wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany współczynnik przenikania ciepła U <sub>c</sub> obowiązujący od 1 stycznia 2021, a wartość SPBT będzie najniższa |   |                               |                 |                           |          |                            |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2   |   |                               |                 |                           |          |                            |
| Lp.   | Omówienie   | Jedn.                         | Stan istniejący | Warianty                  |          |                            |
|   |   |                               |                 | 1                         | 2        | 3                          |
| 1   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g  | m                             |                 | 0,23                      | 0,25     | 0,27                       |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR  | m <sup>2</sup> ·K/W           |                 | 6,05                      | 6,58     | 7,11                       |
| 3   | Opór cieplny R  | m <sup>2</sup> ·K/W           | 0,54            | 6,59                      | 7,12     | 7,64                       |
| 4   | Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>   | GJ/a                          | 96,6            | 10,2                      | 9,46     | 8,8                        |
| 5   | q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>  | MW                            | 0,010           | 0,0011                    | 0,00     | 0,0009                     |
| 6   | Roczna oszczędność kosztów<br>ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0u</sub> -Q <sub>1u</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0u</sub> -q <sub>1u</sub> )O <sub>m</sub> | zł/a                          |                 | 5 460,71                  | 5 508,48 | 5 549,66                   |
| 7   | Cena jednostkowa usprawnienia   | zł/m <sup>2</sup>             |                 | 35,85                     | 55,85    | 75,85                      |
| 8   | Koszt realizacji usprawnienia N <sub>u</sub>  | zł                            |                 | 5 448,42                  | 8 487,62 | 11 526,82                  |
| 9   | SPBT= N <sub>u</sub> /ΔO <sub>ru</sub>  | lata                          |                 | 1,00                      | 1,54     | 2,08                       |
| 10  | U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>   | W/m <sup>2</sup> ·K           | 1,435           | 0,152                     | 0,141    | 0,131                      |
| 11  | Współczynnik przenikania ciepła U <sub>c1</sub> - po usunięciu istniejącej warstwy izolacji   | W/m <sup>2</sup> ·K           | 1,863           |                           |          |                            |
| Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Kolorem wyróżniono grubość wybraną.   |   |                               |                 |                           |          |                            |
| Wybrany wariant : 2   |   | Koszt :      8 487,62      zł |                 | SPBT=      1,54      lat  |          |                            |



| 7.1.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |   |                      |                 | Przegroda                 |           |                      |
|---|---|----------------------|-----------------|---------------------------|-----------|----------------------|
|   |   |                      |                 | Ocieplenie stropu piwnicy |           |                      |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat<br>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia  |   |                      |                 | A                         | =         | 23,30 m <sup>2</sup> |
|   |   |                      |                 | A <sub>kosz</sub>         | =         | 17,06 m <sup>2</sup> |
| Opis wariantów usprawnienia   |   |                      |                 |                           |           |                      |
| Przewiduje się ocieplenie stropu piwnicy wełną mineralną o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: |   |                      |                 |                           |           |                      |
| wariant 1: o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 2  |   |                      |                 |                           |           |                      |
| wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniony będzie wymagany współczynnik przenikania ciepła $U_c$ obowiązujący od 1 stycznia 2021, a wartość SPBT będzie najniższa                                  |   |                      |                 |                           |           |                      |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2   |   |                      |                 |                           |           |                      |
| Lp.   | Omówienie   | Jedn.                | Stan istniejący | Warianty                  |           |                      |
|   |   |                      |                 | 1                         | 2         | 3                    |
| 1   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g  | m                    |                 | 0,13                      | 0,15      | 0,17                 |
| 2   | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$  | m <sup>2</sup> ·K/W  |                 | 3,42                      | 3,95      | 4,47                 |
| 3   | Opór cieplny R  | m <sup>2</sup> ·K/W  | 0,89            | 4,31                      | 4,84      | 5,37                 |
| 4   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                 | 10,1            | 2,1                       | 1,87      | 1,7                  |
| 5   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                          | MW                   | 0,001           | 0,0002                    | 0,00      | 0,0002               |
| 6   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | zł/a                 |                 | 507,29                    | 521,68    | 533,26               |
| 7   | Cena jednostkowa usprawnienia   | zł/m <sup>2</sup>    |                 | 641,71                    | 657,71    | 673,71               |
| 8   | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$   | zł                   |                 | 10 947,51                 | 11 220,47 | 11 493,43            |
| 9   | SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                 |                 | 21,58                     | 21,51     | 21,55                |
| 10  | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> ·K  | 1,120           | 0,232                     | 0,207     | 0,186                |
| Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Kolorem wyróżniono grubość wybraną.   |   |                      |                 |                           |           |                      |
| Wybrany wariant : 2   |   | Koszt : 11 220,47 zł |                 | SPBT= 21,51 lat           |           |                      |

| 7.1.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji  |   |                            |                 | Przedsięwzięcie            |              |
|---|---|----------------------------|-----------------|----------------------------|--------------|
| <div>Dane:      powierzchnia okien<div><div><div>A<sub>o</sub> = 11,79 m<sup>2</sup></div><div>V<sub>nom</sub> = 245,76 m<sup>3</sup>/h</div><div>C<sub>w</sub> = 1,0</div></div></div></div> |   |                            |                 | Wymiana okien zewnętrznych |              |
| Opis wariantów usprawnienia   |   |                            |                 |                            |              |
| Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien zewnętrznych na nowe szczelne, o lepszym współczynniku U:  |   |                            |                 |                            |              |
| wariant 1: okna drewniane o wsp.  |   | U=                         | 0,900           | W/m <sup>2</sup> K         |              |
| wariant 2: okna drewniane o wsp.  |   | U=                         | 0,700           | W/m <sup>2</sup> K         |              |
| Lp.   | Omówienie   | Jedn.                      | Stan istniejący | Warianty                   |              |
|   |   |                            |                 | 1                          | 2            |
| 1   | Współczynnik przenikania okien U  | W/m <sup>2</sup> K         | 3,600           | 0,900                      | 0,700        |
| 2   | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji   | C <sub>r</sub>             | -               | 0,70                       | 0,70         |
|   |   | C <sub>m</sub>             | -               | 1,00                       | 1,00         |
| 3   | 8,64*10 <sup>-5</sup> *Sd*A <sub>ok</sub> *U  | GJ/a                       | 16,5            | 4,1                        | 3,2          |
| 4   | 2,94*10 <sup>-5</sup> *C <sub>r</sub> *C <sub>w</sub> *V <sub>nom</sub> *Sd   | GJ/a                       | 38,9            | 22,7                       | 22,7         |
| 5   | Q <sub>0r</sub> , Q <sub>i</sub> = (3) + (4)  | GJ/a                       | 55,4            | 26,8                       | 25,9         |
| 6   | 10 <sup>-6</sup> *A <sub>ok</sub> (t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U   | MW                         | 0,0017          | 0,0004                     | 0,0003       |
| 7   | 3,4*10 <sup>-7</sup> *C <sub>m</sub> *C <sub>w</sub> *V <sub>nom</sub> *(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )   | MW                         | 0,0040          | 0,0033                     | 0,0033       |
| 8   | q <sub>0r</sub> , q <sub>i</sub> = (6) + (7)  | MW                         | 0,0057          | 0,0038                     | 0,0037       |
| 9   | Roczna oszczędność kosztów<br>ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub> | zł/rok                     |                 | 1805,27                    | 1 863,07     |
| 10  | Koszt wymiany okien    N <sub>ok</sub>  | zł                         |                 | 28 493,85                  | 33 209,85    |
| 11  | SPBT = (N <sub>ok</sub> )/ΔO <sub>ru</sub>  | lata                       |                 | 15,80                      | 17,83        |
| Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>   |   |                            |                 |                            |              |
| Przyjęto średnie ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt modernizacji:   |   |                            |                 |                            |              |
| wariant 1: wymiana  |   | 11,79 m <sup>2</sup> okien | 2 416,78        | zł/m <sup>2</sup> =        | 28 493,85 zł |
| wariant 2: wymiana  |   | 11,79 m <sup>2</sup> okien | 2 816,78        | zł/m <sup>2</sup> =        | 33 209,85 zł |
| Wybrany wariant : 1   |   | Koszt :                    | 28 493,85 zł    | SPBT=                      | 15,80 lat    |

| 7.1.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych  |  |                        |                 |                 | Przedsięwzięcie            |  |
|---|--|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|--|
| <div>Dane:      powierzchnia drzwi      <math>A_d = 3,48 \text{ m}^2</math><br/><math>V_{nom} = 72,54 \text{ m}^3/\text{h}</math><br/><math>C_w = 1,0</math></div>  |  |                        |                 |                 | Wymiana drzwi zewnętrznych |  |
| <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe szczelne, ocieplone o lepszym współczynniku U:</div> <div>wariant 1: drzwi o wsp.      <math>U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}</math><br/>wariant 2: drzwi o wsp.      <math>U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}</math></div> |  |                        |                 |                 |                            |  |
| Lp.   | Omówienie  | Jedn.                  | Stan istniejący | Warianty        |                            |  |
|   |  |                        |                 | 1               | 2                          |  |
| 1   | Współczynnik przenikania drzwi $U$   | $\text{W/m}^2\text{K}$ | 5,100           | 1,300           | 1,100                      |  |
| 2   | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$  | -                      | 1,1             | 1,0             | 1,0                        |  |
|   |  | $C_m$                  | -               | 1,2             | 1,0                        |  |
| 3   | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U$   | GJ/a                   | 6,9             | 1,8             | 1,5                        |  |
| 4   | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$   | GJ/a                   | 10,5            | 9,6             | 9,6                        |  |
| 5   | $Q_{0r} \text{ } Q_{1r} = (3) + (4)$   | GJ/a                   | 17,4            | 11,3            | 11,1                       |  |
| 6   | $10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$  | MW                     | 0,0007          | 0,0002          | 0,0002                     |  |
| 7   | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$                                      | MW                     | 0,0012          | 0,0010          | 0,0010                     |  |
| 8   | $q_{0r} \text{ } q_{1r} = (6) + (7)$   | MW                     | 0,0019          | 0,0012          | 0,0011                     |  |
| 9   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/rok                 |                 | 384,66          | 401,72                     |  |
| 10  | Koszt wymiany drzwi $N_d$  | zł                     |                 | 5 329,99        | 7 069,99                   |  |
| 11  | $SPBT = N_d / \Delta O_{ru}$   | lata                   |                 | 13,90           | 17,60                      |  |
| Podstawa przyjętych wartości $N_U$  |  |                        |                 |                 |                            |  |
| Przyjęto średnie ceny jednostkowe wymiany drzwi zewnętrznych w zł/m <sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt modernizacji:  |  |                        |                 |                 |                            |  |
| wariant 1: wymiana      3,48 m <sup>2</sup> drzwi      1 531,61 zł/m <sup>2</sup> =      5 329,99 zł  |  |                        |                 |                 |                            |  |
| wariant 2: wymiana      3,48 m <sup>2</sup> drzwi      2 031,61 zł/m <sup>2</sup> =      7 069,99 zł  |  |                        |                 |                 |                            |  |
| Wybrany wariant : 1   |  | Koszt : 5 329,99 zł    |                 | SPBT= 13,90 lat |                            |  |

**7.2. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.**

**Dane:**  $Q_{0cwu} = 13,3$  GJ/a

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu c.w.u. i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

Zakres usprawnienia: wymiana przewodów instalacji c.w.u. wraz z ich izolacją.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

| Lp. | Rodzaj usprawnienia   | Współczynniki sprawności |                     |
|-----|---|--------------------------|---------------------|
|     |   | przed                    | po                  |
| 1   | sprawność wytwarzanie ciepła - bez zmian  | $\eta_{w,g} = 0,96$      | $\eta_{w,g} = 0,96$ |
| 2   | sprawność przesyłu ciepłej wody - wymiana przewodów instalacji c.w.u. wraz z ich izolacją | $\eta_{w,d} = 0,60$      | $\eta_{w,d} = 0,70$ |
| 3   | sprawność akumulacji - bez zmian  | $\eta_{w,e} = 0,85$      | $\eta_{w,e} = 0,85$ |
| 4   | sprawność sezonowa wykorzystania - bez zmian  | $\eta_{w,s} = 1,00$      | $\eta_{w,s} = 1,00$ |

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

| Lp. | Omówienie                                 | jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|-----|---|-------|-----------------|----------------------|
| 1   | Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta$ | -     | 0,49            | 0,57                 |
| 2   | Zapotrzebowanie na ciepło $Q_{cw}$        | GJ    | 27,1            | 23,2                 |
| 3   | Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$      | zł/a  |                 | 1 257,6              |
| 4   | Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$            | zł    |                 | 7 146,02             |
| 5   | SPBT                                      | lata  |                 | <b>5,7</b>           |

Przyjęto średnie ceny jednostkowe wymiany drzwi zewnętrznych w zł/m<sup>2</sup> na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt modernizacji:

Zakres usprawnienia: wymiana przewodów instalacji c.w.u. wraz z ich izolacją. 7 146,02 zł

|                            |                |                 |           |              |                 |
|----------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|-----------------|
| <b>Wybrany wariant : 1</b> | <b>Koszt :</b> | <b>7 146,02</b> | <b>zł</b> | <b>SPBT=</b> | <b>5,68 lat</b> |
|----------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|-----------------|

**7.3. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT**

| Lp.       | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót, zł | Oszczędność kosztów zł/rok | SPBT lata   |
|-----------|--|----------------------------|----------------------------|-------------|
| <b>0.</b> | <b>Modernizacja systemu c.w.u.*</b>                | <b>7 146,02</b>            | <b>1 257,61</b>            | <b>5,68</b> |
| 1.        | Ocieplenie stropu parteru                          | 8 487,62                   | 5 508,48                   | 1,54        |
| 2.        | Wymiana drzwi zewnętrznych                         | 5 329,99                   | 384,66                     | 13,86       |
| 3.        | Wymiana okien zewnętrznych                         | 28 493,85                  | 1 805,27                   | 15,78       |
| 4.        | Ocieplenie ścian zewnętrznych                      | 89 681,69                  | 4 560,88                   | 19,66       |
| 5.        | Ocieplenie stropu piwnicy                          | 11 220,47                  | 521,68                     | 21,51       |
| 6.        | Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (cokołowych) | 49 434,00                  | 778,93                     | 63,46       |
| 7.        | Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie         | 20 232,87                  | 261,20                     | 77,46       |

\*Uwaga: działanie realizowane łącznie z modernizacją systemu grzewczego niezależnie od jego SPBT

**7.4. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego**

**Dane:**  $Q_{0co} = 231,9$  GJ/a       $w_{t0} = 1,00$        $w_{d0} = 1,00$        $\eta_0 = 0,51$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego:

Montaż nowej instalacji c.o. wraz z grzejnikami wyposażonymi w zawory termostaticzne.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

| Lp. | Rodzaj usprawnienia  | Współczynniki sprawności |                      |
|-----|--|--------------------------|----------------------|
|     |  | przed modernizacją c.o.  | po modernizacji c.o. |
| 1   | Wytwarzanie ciepła - bez zmian   | $\eta_w = 0,82$          | $\eta_w = 0,82$      |
| 2   | Przesyłanie ciepła - wymiana przewodów instalacji c.o. wraz z ich izolacją   | $\eta_p = 0,80$          | $\eta_p = 0,90$      |
| 3   | Regulacja systemu ogrzewania i wykorzystanie ciepła - montaż nowej instalacji c.o. wraz z grzejnikami wyposażonymi w zawory termostaticzne | $\eta_r = 0,77$          | $\eta_r = 0,88$      |
| 4   | Akumulacja ciepła - bez zmian  | $\eta_e = 1,00$          | $\eta_e = 1,00$      |
| 5   | Sprawność całkowita systemu  | $\eta_0 = 0,51$          | $\eta_0 = 0,65$      |
| 6   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia  | $w_t = 1,00$             | $w_t = 1,00$         |
| 7   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby  | $w_d = 1,00$             | $w_d = 1,00$         |

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

| Lp. | Omówienie                                     | jedn. | Stan istniejący | Stan po modern. |
|-----|---|-------|-----------------|-----------------|
| 1   | Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$ | -     | 0,51            | 0,65            |
| 2   | Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$       | -     | 1,00            | 1,00            |
| 3   | Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$           | -     | 1,00            | 1,00            |
| 4   | Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco}$          | zł/a  |                 | 6 452,37        |
| 5   | Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$                | zł    |                 | 47 648,86       |
| 6   | SPBT  | lata  |                 | <b>7,38</b>     |

Koszty przyjęto w oparciu o kosztorys inwestorski:

Montaż nowej instalacji c.o. wraz z grzejnikami wyposażonymi w zawory termostaticzne.      koszt [zł]  
**47 648,86**

**Wybrany wariant : 1      Koszt : 47 648,86      zł      SPBT= 7,38      lat**



#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

| Zakres   | Nr wariantu |    |     |    |   |    |     |      |
|--|-------------|----|-----|----|---|----|-----|------|
|  | I           | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.              | X           | X  | X   | X  | X | X  | X   | X    |
| Ocieplenie stropu parteru                          | X           | X  | X   | X  | X | X  | X   |      |
| Wymiana drzwi zewnętrznych                         | X           | X  | X   | X  | X | X  |     |      |
| Wymiana okien zewnętrznych                         | X           | X  | X   | X  | X |    |     |      |
| Ocieplenie ścian zewnętrznych                      | X           | X  | X   | X  |   |    |     |      |
| Ocieplenie stropu piwnicy                          | X           | X  | X   |    |   |    |     |      |
| Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (cokołowych) | X           | X  |     |    |   |    |     |      |
| Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie         | X           |    |     |    |   |    |     |      |

##### 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$\Delta O_r = (w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot O_{0co} / \eta_o + Q_{0cw} / \eta_{0w}) \cdot O_{0z} - (w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) \cdot Q_{1z} + 12 \cdot [(q_{0m} + q_{0cw}) \cdot O_{0m} - (q_{1m} + q_{0cw}) \cdot O_{1m}] + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1})$$

| Nr war.    | $Q_{0co}$   | $Q_{0cw}$   | $q_{0co}$  | $q_{0cw}$  | $\eta_o$     | $\eta_{0w}$  | $Q_0$       | $q_0$       | $O_{0r}$         | $\Delta O_r$     | N                 | SPBT         |
|------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|
|            | $Q_{1co}$   | $Q_{1cw}$   | $q_{1co}$  | $q_{1cw}$  | $\eta_1$     | $\eta_{1w}$  | $Q_1$       | $q_1$       | $O_{1r}$         |                  |                   |              |
|            | GJ          | GJ          | kW         | kW         | -            | -            | GJ          | kW          | zł               |                  |                   |              |
| 1          | 2           | 3           | 4          | 5          | 6            | 7            | 8           | 9           | 10               | 11               | 12                | 13           |
| stan istn. | 231,9       | 13,3        | 26,5       | 8,0        | 0,505        | 0,490        | 486,3       | 34,5        | 37 838,93        |                  |                   |              |
| <b>I</b>   | <b>44,1</b> | <b>13,3</b> | <b>6,7</b> | <b>8,0</b> | <b>0,649</b> | <b>0,571</b> | <b>91,1</b> | <b>14,7</b> | <b>11 837,61</b> | <b>26 001,33</b> | <b>267 675,37</b> | <b>10,29</b> |
| II         | 44,1        | 13,3        | 6,7        | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 91,1        | 14,7        | 11 837,61        | 26 001,33        | 247 442,50        | 9,52         |
| III        | 44,1        | 13,3        | 6,7        | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 91,2        | 14,7        | 11 841,50        | 25 997,43        | 198 008,50        | 7,62         |
| IV         | 51,1        | 13,3        | 7,4        | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 101,9       | 15,4        | 12 523,07        | 25 315,86        | 186 788,03        | 7,38         |
| V          | 128,1       | 13,3        | 15,6       | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 220,5       | 23,6        | 20 022,27        | 17 816,66        | 97 106,34         | 5,45         |
| VI         | 140,9       | 13,3        | 17,0       | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 240,1       | 25,0        | 21 261,75        | 16 577,18        | 68 612,49         | 4,14         |
| VII        | 146,3       | 13,3        | 17,6       | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 248,5       | 25,6        | 21 791,43        | 16 047,51        | 63 282,50         | 3,94         |
| VIII       | 231,9       | 13,3        | 26,5       | 8,0        | 0,649        | 0,571        | 380,4       | 34,5        | 30 128,96        | 7 709,98         | 54 794,88         | 7,11         |

gdzie:

$Q_{0cor}$ ,  $Q_{1co}$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń przed i po termomodernizacji ogrzewanych z instalacji c.o.

$Q_{0cw}$ ,  $Q_{1cw}$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło dla celów c.w.u. przed i po termomodernizacji

$Q_{0r}$ ,  $Q_1$  - całkowite roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji

$w_{d0}$ ,  $w_{d1}$  - współczynniki uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed i po modernizacji

$q_{0co}$ ,  $q_{1co}$  - zapotrzebowanie na moc do ogrzewania pomieszczeń przed i po termomodernizacji

$q_{0cw}$ ,  $q_{1cw}$  - zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji

$q_{0r}$ ,  $q_1$  - całkowite zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po termomodernizacji

$\eta_{0r}$ ,  $\eta_1$  - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji

$\eta_{0wr}$ ,  $\eta_{1wr}$  - całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po modernizacji

$O_{z0r}$ ,  $O_{z1}$  - cena energii i paliwa przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacji

$O_{r0r}$ ,  $O_{r1}$  - roczne koszty energii i paliwa przed i po termomodernizacji

$\Delta Q_r$  - roczna oszczędność kosztów

N - całkowity planowany koszt wykonania wariantu termomodernizacji

SPBT - prosty czas zwrotu

| <b>7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku zgodnie z warunkami finansowania wg Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów</b>   |                                 |   |  |                                 |                                 |
|---|---------------------------------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Wariant termomodernizacji   | Planowane koszty całkowite [zł] | Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%] | Minimalna kwota kredytu [zł, %] | Premia termomodernizacyjna [zł] |
| 1   | 2                               | 3   | 4  | 6                               | 7                               |
| <b>I</b>  | <b>267 675,37</b>               | <b>26 001,33</b>                            | <b>81,27%</b>  | <b>133 837,69</b>               | <b>69 595,60</b>                |
| II  | 247 442,50                      | 26 001,33                                   | 81,27%   | 123 721,25                      | 64 335,05                       |
| III   | 198 008,50                      | 25 997,43                                   | 81,25%   | 99 004,25                       | 51 482,21                       |
| IV  | 186 788,03                      | 25 315,86                                   | 79,04%   | 93 394,02                       | 48 564,89                       |
| V   | 97 106,34                       | 17 816,66                                   | 54,65%   | 48 553,17                       | 25 247,65                       |
| VI  | 68 612,49                       | 16 577,18                                   | 50,62%   | 34 306,25                       | 17 839,25                       |
| VII   | 63 282,50                       | 16 047,51                                   | 48,90%   | 31 641,25                       | 16 453,45                       |
| VIII  | 54 794,88                       | 7 709,98                                    | 21,78%   | 27 397,44                       | 14 246,67                       |
| Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający wymagania określone w art. 3 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej oblicza się zgodnie z art. 5 ustawy  |                                 |   |  |                                 |                                 |
| <b>7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>  |                                 |   |  |                                 |                                 |
| <p>Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się <b>wariant nr I</b> obejmujący następujące przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.</li> <li>- Ocieplenie stropu parteru</li> <li>- Wymiana drzwi zewnętrznych</li> <li>- Wymiana okien zewnętrznych</li> <li>- Ocieplenie ścian zewnętrznych</li> <li>- Ocieplenie stropu piwnicy</li> <li>- Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (cokołowych)</li> <li>- Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie</li> </ul> |                                 |   |  |                                 |                                 |
| Oszczędność teoretycznego zapotrzebowania ciepła (energii końcowej) wyniesie  |                                 |   |  | <b>81,27%</b>                   |                                 |

| <b>8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji (termomodernizacja)</b> |   |
|---|---|
| <b>8.1. Opis planowanych robót</b>  |   |
| W ramach wskazanego wariantu I przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:                                |   |
| 1.  | Należy przeprowadzić montaż nowej instalacji c.o. wraz z grzejnikami wyposażonymi w zawory termostatyczne. Należy również wymienić przewody instalacji c.w.u. oraz przeprowadzić ich izolację.                          |
| 2.  | Należy wykonać ocieplenie <b>stropu parteru</b> wełną mineralną o <b>gr. 25 cm</b> o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ .   |
| 3.  | Należy wykonać ocieplenie <b>stropu piwnicy od wewnątrz piwnicy</b> wełną mineralną o <b>gr. 15 cm</b> o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ .                                   |
| 4.  | Należy wykonać ocieplenie <b>ścian zewnętrznych poniżej poziomu gruntu</b> z użyciem styropianu o <b>gr. 10 cm</b> o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ .                       |
| 5.  | Należy wykonać ocieplenie <b>ścian zewnętrznych cokołowych</b> z użyciem styropianu o <b>gr. 10 cm</b> o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ .                                   |
| 6.  | Należy wykonać ocieplenie <b>ścian zewnętrznych nadziemnych</b> z użyciem styropianu o <b>gr. 15 cm</b> o wsp. przewodności cieplnej nie większym niż $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ .                                  |
| 7.  | Należy zdemontować okna zewnętrzne ( $U=3,600 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), a następnie dokonać <b>montażu okien zewnętrznych</b> , o współczynnika przenikania ciepła nie większym niż $U = 0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$ . |
| 8.  | Należy zdemontować drzwi zewnętrzne ( $U=5,100 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), a następnie dokonać <b>montażu drzwi zewnętrznych</b> o współczynnika przenikania ciepła nie większym niż $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$ .  |
| <b>8.2. Charakterystyka finansowa</b>   |   |
| <b>wariant I</b>  |   |
| Kalkulowany koszt robót wyniesie:   | <b>267 675,37 zł</b>  |
| Maksymalny udział środków własnych inwestora:   | <b>133 837,69 zł</b>  |
| Minimalny kredyt bankowy:   | <b>133 837,69 zł</b>  |
| Premia termomodernizacyjna  | <b>69 595,60 zł</b>   |
| Oszczędność kosztów   | <b>26 001,33 zł/rok</b>   |
| Czas zwrotu nakładów SPBT   | <b>10,29 lata</b>   |
| Oszczędność teoretycznego zapotrzebowania ciepła (energii końcowej) wyniesie  | <b>81,27%</b>   |

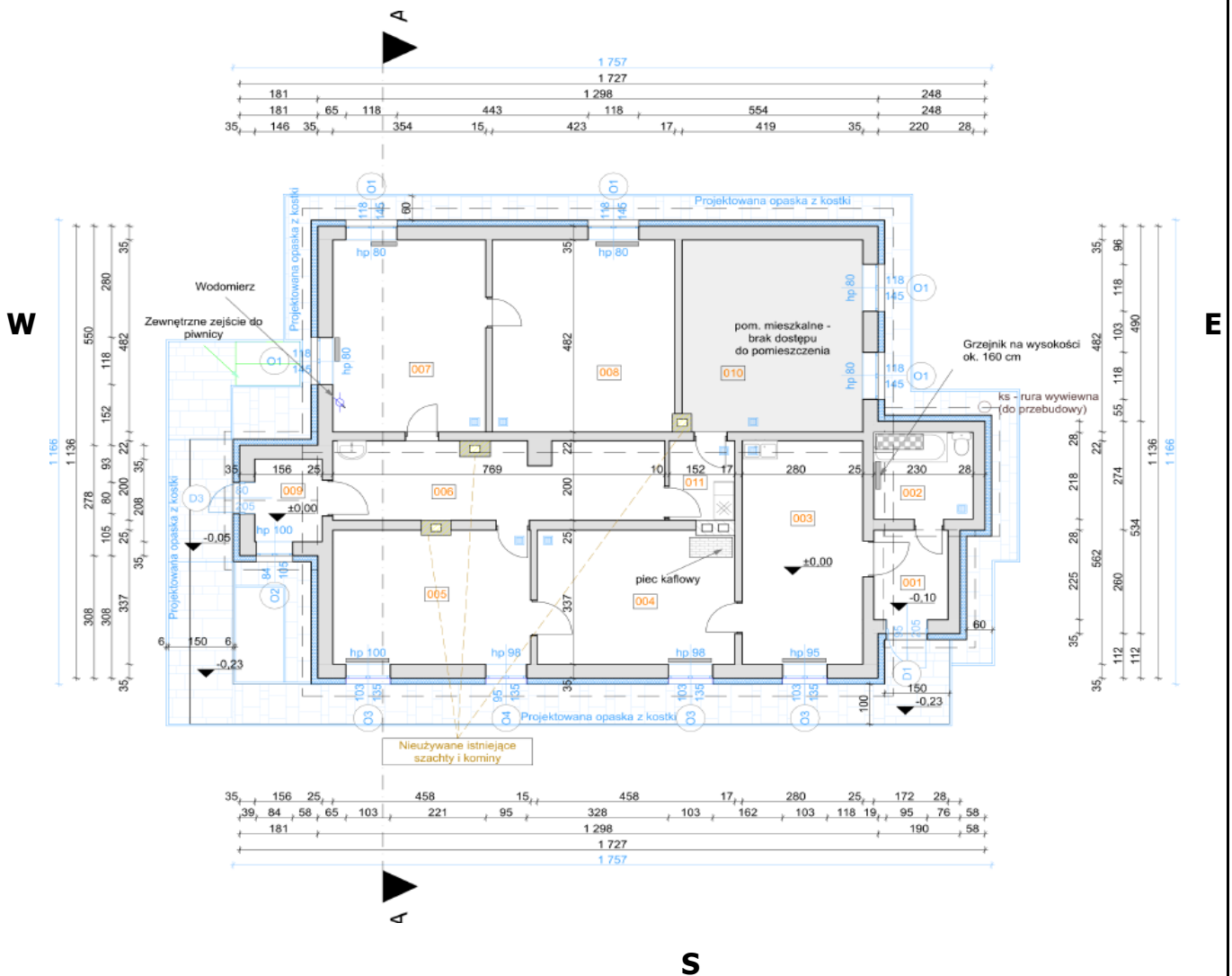
## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

|              |  |
|--------------|--|
| Załącznik 1  | Rzut poziomy budynku   |
| Załącznik 2  | Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło wg programu Audytor OZC       |
| Załącznik 3  | Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło dla przygotowania c.w.u.      |
| Załącznik 4  | Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym            |
| Załącznik 5  | Obliczenie współczynników przenikania ciepła U dla przegród zewnętrznych |
| Załącznik 6a | Budowa przegród przed termomodernizacją                                  |
| Załącznik 6b | Budowa przegród po termomodernizacji                                     |
| Załącznik 7a | Wyniki OZC - stan istniejący   |
| Załącznik 7b | Wyniki OZC - stan docelowy   |
| Załącznik 8  | Wskaźniki produktu i rezultatu przedsięwzięcia                           |
| Załącznik 9  | Metodologia obliczeń wskaźników przedsięwzięcia                          |

**Załącznik 1**

**Rzut poziomy budynku**

**N**



źródło: dokumentacja techniczna

| Załącznik nr 2   |   |               |  |  |
|--|---|---------------|--|--|
| Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło wg programu Audytor OZC |   |               |  |  |
| Warianty   | Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ |               | Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ [MW] |  |
|  | kWh/rok   | GJ/rok        | Projektowe obciążenie cieplne budynku [MW]             | w tym: projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ [MW] |
| <b>St. istn.</b>   | <b>64 428</b>                                     | <b>231,94</b> | <b>0,026</b>   | <b>0,003</b>   |
| <b>I</b>   | <b>12 245</b>                                     | <b>44,08</b>  | <b>0,007</b>   | <b>0,003</b>   |
| II   | 12 244  | 44,08         | 0,007  | 0,003  |
| III  | 12 256  | 44,12         | 0,007  | 0,003  |
| IV   | 14 200  | 51,12         | 0,007  | 0,003  |
| V  | 35 594  | 128,14        | 0,016  | 0,003  |
| VI   | 39 131  | 140,87        | 0,017  | 0,003  |
| VII  | 40 642  | 146,31        | 0,018  | 0,003  |
| VIII   | 64 428  | 231,94        | 0,026  | 0,003  |



**Załącznik nr 3**

**Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym i docelowym**

|     |   | Stan ist. | Stan docel. |  |
|-----|---|-----------|-------------|--|
| 1.  | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{wi} =$   | 1,60      | 1,60        | $\text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{doba}$ |
| 2.  | Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{dsred} = L_i \cdot V_{cw} =$   | 0,21      | 0,21        | $\text{m}^3/\text{dobę}$                   |
| 3.  | Liczba użytkowników $OS =$  | 3         | 3           | osób                                       |
| 4.  | Powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze $A_f =$  | 133,82    | 133,82      | $\text{m}^2$                               |
| 5.  | Czas użytkowania $t_{uż} =$   | 365,0     | 365,0       | dni/a                                      |
| 6.  | Mnożnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu cwu $k_R =$  | 0,90      | 0,90        | -  |
| 7.  | Roczne zużycie cwu $V_{cw} = V_{dsred} \cdot t_{uż} =$  | 70,3      | 70,3        | $\text{m}^3$                               |
| 8.  | Różnica temperatur $\Delta t_{cw} =$  | 45,00     | 45,00       | K  |
| 9.  | Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu $Q_{cw} =$  | 13,3      | 13,3        | GJ   |
| 10. | Sprawność wytwarzania - stan przed i po: elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)  | 0,960     | 0,960       | -  |
| 11. | Sprawność przesyłu - stan przed: centralne podgrzewanie wody – systemy z obiegami cyrkulacyjnymi, z niezaizolowanymi pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi - liczba punktów poboru ciepłej wody do 30; po: centralne podgrzewanie wody – systemy z obiegami cyrkulacyjnymi, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi - liczba punktów poboru ciepłej wody do 30. | 0,600     | 0,700       | -  |
| 12. | Sprawność akumulacji - stan przed i po: zasobnik ciepłej wody użytkowej w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005 r.   | 0,850     | 0,850       | -  |
| 13. | Sprawność wykorzystania   | 1,000     | 1,000       | -  |
| 14. | Zużycie ciepła dla przygotowania cwu $Q_{kcw} =$  | 27,1      | 23,2        | GJ   |
| 15. | Liczba godzin rozbioru $T =$  | 10,0      | 10,0        | h/dobę                                     |
| 16. | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 $\text{m}^3$ wody $Q_{cwj} = Q_{cw} \cdot p \cdot (t_c - t_{zw}) =$   | 0,3851    | 0,3301      | $\text{GJ}/\text{m}^3$                     |
| 17. | Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} =$   | 0,021     | 0,021       | $\text{m}^3/\text{h}$                      |
| 18. | Współczynnik nierównomierności rozbioru $N =$   | 7,129     | 7,129       |  |
| 19. | Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} \cdot Q_{cwj} \cdot 278 \cdot N =$   | 8,0       | 8,0         | kW   |
| 20. | Koszt przygotowanie cwu   | 8 803,29  | 7 545,67    | zł   |
| 21. | Średni koszt 1 $\text{m}^3$ cwu   | 125,16    | 107,28      | $\text{zł}/\text{m}^3$                     |

**Załącznik nr 4**

**I Określenie sprawności systemu grzewczego c.o. w stanie istniejącym**

**1. Sprawność wytwarzania**

$\eta_w = 0,82$  - Kotły węglowe wyprodukowane po 2000

**2. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła**

$\eta_d = 0,80$  - Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z nieizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła**

$\eta_e = 0,77$  - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej

**4. Sprawność układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym**

$\eta_s = 1,00$  - brak zasobnika buforowego

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$w_t = 1,00$

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$w_d = 1,00$

**7 Sprawność systemu grzewczego z uwzględnieniem przerw na ogrzewanie**

$$\eta = \eta_w \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e / (w_t \cdot w_d) = 0,505$$

**II Określenie sprawności systemu grzewczego c.o. w stanie docelowym**

**1. Sprawność wytwarzania**

$\eta_w = 0,82$  - Kotły węglowe wyprodukowane po 2000

**2. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła**

$\eta_d = 0,90$  - Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła**

$\eta_e = 0,88$  - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z

**4. Sprawność układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym**

$\eta_s = 1,00$  - brak zasobnika buforowego

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$w_t = 1,00$

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$w_d = 1,00$

**7. Sprawność systemu grzewczego**

$$\eta = \eta_w \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e / (w_t \cdot w_d) = 0,649$$

**Załącznik nr 5**

**Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)**

**Ściany zewnętrzne**

| Nr | symbol | opis                       | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/(m <sup>2</sup> *K) | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|--------|----------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|
| 1. | SZ     | Ściany zewnętrzne          | 0,712                      | 1,404                                   | 152,030                        |
| 2. | SZ_COK | Ściany zewnętrzne cokołowe | 0,712                      | 1,404                                   | 70,620                         |

**Ściany przy gruncie**

| Nr | symbol | opis                           | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/(m <sup>2</sup> *K) | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|--------|--------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|
| 1. | SZ_PG  | Ściany zewnętrzne przy gruncie | 1,389                      | 0,720                                   | 54,320                         |

**Podłoga**

| Nr | symbol | opis               | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/m <sup>2</sup> *K | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|--------|--------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | PG_PIW | Podłoga w piwnicy  | 3,667                      | 0,273                                 | 23,300                         |
| 2. | PG_GR  | Podłoga na gruncie | 3,377                      | 0,296                                 | 142,040                        |

**Strop parteru**

| Nr | symbol  | opis          | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/m <sup>2</sup> *K | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|---------|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | STR_PAR | Strop parteru | 0,697                      | 1,435                                 | 173,600                        |

**Stropy wewnętrzne**

| Nr | symbol  | opis          | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/m <sup>2</sup> *K | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|---------|---------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | STR_PIW | Strop piwnicy | 0,893                      | 1,120                                 | 23,300                         |

**Okna zewnętrzne**

| Nr | symbol | opis            | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/m <sup>2</sup> *K | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|--------|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | OKNO   | Okna zewnętrzne | -                          | 3,600                                 | 11,790                         |

**Drzwi zewnętrzne**

| Nr | symbol | opis             | R<br>(m <sup>2</sup> *K)/W | U <sub>o</sub><br>W/m <sup>2</sup> *K | Powierzchnia<br>m <sup>2</sup> |
|----|--------|------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | DRZWI  | Drzwi zewnętrzne | -                          | 5,100                                 | 3,480                          |

**Załącznik 6a - budowa przegród - stan istniejący**

| Symbol   | D                  | Opis materiału   | λ       | ρ     | cp        | R      |
|--|--------------------|--|---------|-------|-----------|--------|
|  | m                  |  | W/(m·K) | kg/m3 | kJ/(kg·K) | m2·K/W |
| STR_PAR  | Strop parteru      |  |         |       |           |        |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |                    |  |         |       |           |        |
| SOSNA  | 0,0500             | Drewno sosnowe w poprzek włókien.                        | 0,160   | 550   | 2,510     | 0,313  |
| WAR.POW  | 0,2500             | Warstwa powietrzna niewentylowana.                       |         |       |           | 0,160  |
| TYNK-CW  | 0,0200             | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.                       | 0,820   | 1850  | 0,840     | 0,024  |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:   |                    |  |         |       |           | 0,100  |
| Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:  |                    |  |         |       |           | 0,100  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:                                 |                    |  |         |       |           | 0,697  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:                                       |                    |  |         |       |           | 1,435  |
| PG_GR  | Podłoga na gruncie |  |         |       |           |        |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne          |                    |  |         |       |           |        |
| Sciana przy podłodze: SZ_COK   |                    |  |         |       |           |        |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 10,00                                |                    |  |         |       |           |        |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m                      |                    |  |         |       |           |        |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m                      |                    |  |         |       |           |        |
| BETON-1900   | 0,0500             | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m3. | 1,000   | 1900  | 0,840     | 0,050  |
| PAPA-ASF   | 0,0030             | Papa asfaltowa.  | 0,180   | 1000  | 1,460     | 0,017  |
| STYROPIANS   | 0,0300             | Styropian ułożony szczelnie.                             | 0,040   | 30    | 1,460     | 0,750  |
| BETON-1900   | 0,1000             | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m3. | 1,000   | 1900  | 0,840     | 0,100  |
| PIASEK-ŚR  | 0,3000             | Piasek średni.   | 0,400   | 1650  | 0,840     | 0,750  |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:                     |                    |  |         |       |           | 1,710  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:                                 |                    |  |         |       |           | 3,377  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:                                       |                    |  |         |       |           | 0,296  |
| PG_PIW   | Podłoga w piwnicy  |  |         |       |           |        |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne           |                    |  |         |       |           |        |
| Sciana przy podłodze: SZ_PG  |                    |  |         |       |           |        |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 8,80                                 |                    |  |         |       |           |        |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20                             |                    |  |         |       |           |        |
| BETON-1900   | 0,0500             | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m3. | 1,000   | 1900  | 0,840     | 0,050  |
| PAPA-ASF   | 0,0030             | Papa asfaltowa.  | 0,180   | 1000  | 1,460     | 0,017  |
| STYROPIANS   | 0,0300             | Styropian ułożony szczelnie.                             | 0,040   | 30    | 1,460     | 0,750  |
| BETON-1900   | 0,1000             | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m3. | 1,000   | 1900  | 0,840     | 0,100  |
| PIASEK-ŚR  | 0,3000             | Piasek średni.   | 0,400   | 1650  | 0,840     | 0,750  |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:                     |                    |  |         |       |           | 2,000  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:                                 |                    |  |         |       |           | 3,667  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:                                       |                    |  |         |       |           | 0,273  |

|   |        |  |       |      |  |       |
|---|--------|--|-------|------|--|-------|
| STR_PIW   |        | Strop zewnętrzny ciepło do góry  |       |      |  |       |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne           |        |  |       |      |  |       |
| BET-POSADZ  | 0,0300 | Podkład z betonu pod posadzkę.   | 1,400 | 2200 | 0,840  | 0,021 |
| CEGLA-PEŁN  | 0,4000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880  | 0,519 |
| TYNK-CW   | 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,012 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:                         | 0,170 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:                         | 0,170 |
|   |        |  |       |      | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:             | 0,893 |
|   |        |  |       |      | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:                   | 1,120 |
|   |        |  |       |      |  |       |
| SZ  |        | Ściany zewnętrzne  |       |      |  |       |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |  |       |      |  |       |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,024 |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880  | 0,494 |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,024 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:                         | 0,130 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:                      | 0,040 |
|   |        |  |       |      | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:             | 0,712 |
|   |        |  |       |      | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:                   | 1,404 |
|   |        |  |       |      |  |       |
| SZ_COK  |        | Ściany zewnętrzne cokołowe   |       |      |  |       |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |  |       |      |  |       |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,024 |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880  | 0,494 |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,024 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:                         | 0,130 |
|   |        |  |       |      | Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:                      | 0,040 |
|   |        |  |       |      | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:             | 0,712 |
|   |        |  |       |      | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:                   | 1,404 |
|   |        |  |       |      |  |       |
| SZ_PG   |        | Ściany zewnętrzne przy gruncie   |       |      |  |       |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |  |       |      |  |       |
| Podłoga przyległa do ściany: PG_PIW   |        |  |       |      |  |       |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80                                |        |  |       |      |  |       |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840  | 0,024 |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880  | 0,494 |
|   |        |  |       |      | Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m²·K/W]: | 0,871 |
|   |        |  |       |      | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:             | 1,389 |
|   |        |  |       |      | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:                   | 0,720 |

**Załącznik 6b - budowa przegród - stan docelowy**

| Symbol   | D      | Opis materiału   | $\lambda$ | $\rho$            | cp        | R                   |
|--|--------|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|  | m      |  | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| <b>STR_PAR</b> Strop parteru   |        |  |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |  |           |                   |           |                     |
| SOSNA  | 0,0500 | Drewno sosnowe w poprzek włókien.  | 0,160     | 550               | 2,510     | 0,313               |
| WEŁNA 38   | 0,2500 |  | 0,038     | 60                | 1,460     | 6,579               |
| TYNK-CW  | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820     | 1850              | 0,840     | 0,024               |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                                |        |  |           |                   |           | 0,100               |
| Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                             |        |  |           |                   |           | 0,100               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |        |  |           |                   |           | 7,116               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |        |  |           |                   |           | 0,141               |
| <b>PG_GR</b> Podłoga na gruncie  |        |  |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne          |        |  |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłodze: SZ_COK   |        |  |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 10,00                                |        |  |           |                   |           |                     |
| Poziuma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m                      |        |  |           |                   |           |                     |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m                      |        |  |           |                   |           |                     |
| BETON-1900   | 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m <sup>3</sup> .                                      | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,050               |
| PAPA-ASF   | 0,0030 | Papa asfaltowa.  | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,017               |
| STYROPIANS   | 0,0300 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,040     | 30                | 1,460     | 0,750               |
| BETON-1900   | 0,1000 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m <sup>3</sup> .                                      | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| PIASEK-ŚR  | 0,3000 | Piasek średni.   | 0,400     | 1650              | 0,840     | 0,750               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]:        |        |  |           |                   |           | 1,763               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |        |  |           |                   |           | 3,430               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |        |  |           |                   |           | 0,292               |
| <b>PG_PIW</b> Podłoga w piwnicy  |        |  |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne           |        |  |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłodze: SZ_PG  |        |  |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 8,80                                 |        |  |           |                   |           |                     |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20                             |        |  |           |                   |           |                     |
| BETON-1900   | 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m <sup>3</sup> .                                      | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,050               |
| PAPA-ASF   | 0,0030 | Papa asfaltowa.  | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,017               |
| STYROPIANS   | 0,0300 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,040     | 30                | 1,460     | 0,750               |
| BETON-1900   | 0,1000 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęstość 1900 kg/m <sup>3</sup> .                                      | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| PIASEK-ŚR  | 0,3000 | Piasek średni.   | 0,400     | 1650              | 0,840     | 0,750               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]:        |        |  |           |                   |           | 2,000               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |        |  |           |                   |           | 3,667               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |        |  |           |                   |           | 0,273               |
| <b>STR_PIW</b> Strop zewnętrzny ciepło do góry                                       |        |  |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne        |        |  |           |                   |           |                     |
| BET-POSADZ   | 0,0300 | Podkład z betonu pod posadzkę.   | 1,400     | 2200              | 0,840     | 0,021               |
| CEGLA-PEŁN   | 0,4000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770     | 1800              | 0,880     | 0,519               |
| WEŁNA 38   | 0,1500 |  | 0,038     |                   |           | 3,947               |
| TYNK-CW  | 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820     | 1850              | 0,840     | 0,012               |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                                |        |  |           |                   |           | 0,170               |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                                |        |  |           |                   |           | 0,170               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |        |  |           |                   |           | 4,840               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |        |  |           |                   |           | 0,207               |

|   |        |  |       |      |       |       |  |
|---|--------|--|-------|------|-------|-------|--|
| SZ  |        | Ściany zewnętrzne  |       |      |       |       |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |  |       |      |       |       |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |  |
| STYR 0,031  | 0,1500 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,031 | 30   | 1,460 | 4,839 |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:  |        |  |       |      |       | 0,130 |  |
| Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:   |        |  |       |      |       | 0,040 |  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:                                    |        |  |       |      |       | 5,551 |  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:  |        |  |       |      |       | 0,180 |  |
|   |        |  |       |      |       |       |  |
| SZ_COK  |        | Ściany zewnętrzne cokołowe   |       |      |       |       |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |  |       |      |       |       |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |  |
| STYR 0,035  | 0,1000 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,035 | 30   | 1,460 | 2,857 |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:  |        |  |       |      |       | 0,130 |  |
| Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:   |        |  |       |      |       | 0,040 |  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:                                    |        |  |       |      |       | 3,569 |  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:  |        |  |       |      |       | 0,280 |  |
|   |        |  |       |      |       |       |  |
| SZ_PG   |        | Ściany zewnętrzne przy gruncie   |       |      |       |       |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |  |       |      |       |       |  |
| Podłoga przyległa do ściany: PG_PIW   |        |  |       |      |       |       |  |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80                                |        |  |       |      |       |       |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |  |
| STYR 0,035  | 0,1000 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,035 | 30   | 1,460 | 2,857 |  |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m²·K/W]:                        |        |  |       |      |       | 1,249 |  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:                                    |        |  |       |      |       | 4,624 |  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:  |        |  |       |      |       | 0,216 |  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:                                    |        |  |       |      |       | 3,569 |  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:  |        |  |       |      |       | 0,280 |  |
|   |        |  |       |      |       |       |  |
| SZ_PG   |        | Ściany zewnętrzne przy gruncie   |       |      |       |       |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |  |       |      |       |       |  |
| Podłoga przyległa do ściany: PG_PIW   |        |  |       |      |       |       |  |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80                                |        |  |       |      |       |       |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.   | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 |  |
| CEGLA-PEŁN  | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku) Mur z cegły ceramicznej pełnej. | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |  |
| STYR 0,035  | 0,1000 | Styropian ułożony szczelnie.   | 0,035 | 30   | 1,460 | 2,857 |  |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m²·K/W]:                        |        |  |       |      |       | 1,249 |  |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:                                    |        |  |       |      |       | 4,624 |  |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:  |        |  |       |      |       | 0,216 |  |

**Załącznik 7a - wyniki z programu OZC - stan istniejący**

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| Podstawowe informacje:  |  |              |
| Nazwa projektu:   | Audyt energetyczny budynku mieszkalnego    |              |
|   | Załącznik 7a - Stan istniejący             |              |
| Miejscowość:  | 19-300 Elk                                 |              |
| Adres:  | ul. Kolonia 13                             |              |
| Projektant:   | Marek Adamus                               |              |
| Data obliczeń:  | 14.06.2024 - korekta 16.06.2025/ 5.09.2025 |              |
| Normy:  |  |              |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946                             |              |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006                           |              |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790 - miesięcznie              |              |
| Dane klimatyczne:   |  |              |
| Strefa klimatyczna:   | V  |              |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -24  | °C           |
| Srednia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 5,5  | °C           |
| Stacja meteorologiczna:   | Suwałki                                    |              |
| Grunt:  |  |              |
| Rodzaj gruntu:  | Piasek lub żwir                            |              |
| Pojemność cieplna:  | 2,000                                      | MJ/(m3·K)    |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :                           | 3,167                                      | m            |
| Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :                            | 2,0  | W/(m·K)      |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |  |              |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 133,82                                     | m2           |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 372  | m3           |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 23701                                      | W            |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 2783                                       | W            |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 26483                                      | W            |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0  | W            |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 26483                                      | W            |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |  |              |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 197,9                                      | W/m2         |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 71,2                                       | W/m3         |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |  |              |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 44,6                                       | m3/h         |
| Srednia liczba wymian powietrza n:  | 0,5  |              |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 318,3                                      | m3/h         |
| Srednia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -24,0                                      | °C           |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |  |              |
| Stacja meteorologiczna:   | Suwałki                                    |              |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |  |              |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :                  | 186  | m3/h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 231,94                                     | GJ/rok       |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 64428                                      | kWh/rok      |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 133,82                                     | m2           |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 372  | m3           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:                                | 1733,2                                     | MJ/(m2·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:                                | 481,5                                      | kWh/(m2·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:                                | 623,5                                      | MJ/(m3·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:                                | 173,2                                      | kWh/(m3·rok) |



**Załącznik 7b - wyniki z programu OZC - stan docelowy**

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| Podstawowe informacje:  |  |              |
| Nazwa projektu:   | Audyt energetyczny budynku mieszkalnego    |              |
|   | Załącznik 7b - Stan docelowy               |              |
| Miejscowość:  | 19-300 Elk                                 |              |
| Adres:  | ul. Kolonia 13                             |              |
| Projektant:   | Marek Adamus                               |              |
| Data obliczeń:  | 14.06.2024 - korekta 16.06.2025/ 5.09.2025 |              |
| Normy:  |  |              |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946                             |              |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006                           |              |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790 - miesięcznie              |              |
| Dane klimatyczne:   |  |              |
| Strefa klimatyczna:   | V  |              |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -24  | °C           |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 5,5  | °C           |
| Stacja meteorologiczna:   | Suwałki                                    |              |
| Grunt:  |  |              |
| Rodzaj gruntu:  | Piasek lub żwir                            |              |
| Pojemność cieplna:  | 2,000                                      | MJ/(m³·K)    |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :                           | 3,167                                      | m            |
| Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :                            | 2,0  | W/(m·K)      |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |  |              |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 133,82                                     | m²           |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 372  | m³           |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 3948                                       | W            |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 2783                                       | W            |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 6730                                       | W            |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0  | W            |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 6730                                       | W            |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |  |              |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$ :            | 50,3                                       | W/m²         |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$ :               | 18,1                                       | W/m³         |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |  |              |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 44,6                                       | m³/h         |
| Średnia liczba wymian powietrza n:  | 0,5  |              |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 318,3                                      | m³/h         |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -24  | °C           |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |  |              |
| Stacja meteorologiczna:   | Suwałki                                    |              |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |  |              |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_v,H$ :                    | 186  | m³/h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 44,08                                      | GJ/rok       |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 12245                                      | kWh/rok      |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 133,82                                     | m²           |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 372  | m³           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:                                | 329,4                                      | MJ/(m²·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:                                | 91,5                                       | kWh/(m²·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:                                | 118,5                                      | MJ/(m³·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:                                | 32,9                                       | kWh/(m³·rok) |

**Załącznik 8 - Wskaźniki produktu i rezultatu przedsięwzięcia**

| "A" | Wskaźniki produktu   | Ilość  |          | Ilość | Jednostka      |
|-----|--|--------|----------|-------|----------------|
|     |  | bazowa | docelowa | efekt |                |
| 1   | Powierzchnia użytkowa budynków mieszkalnych poddanych termomodernizacji (powierzchnia netto) |        | 133,82   |       | m <sup>2</sup> |

| "B" | Wskaźniki rezultatu                                   | Ilość     |           | Ilość     | Jednostka                              |
|-----|---|-----------|-----------|-----------|--|
|     |   | bazowa    | docelowa  | efekt     |  |
| 1   | Roczne zużycie energii pierwotnej                     | 159,1     | 17,9      |           | MWh/rok                                |
| 2   | Redukcja zużycia energii pierwotnej                   |           |           | 141,2     | MWh/rok                                |
| 3   | Procentowa redukcja energii pierwotnej                |           |           | 88,7%     | %                                      |
| 4   | Roczne zużycie energii końcowej                       | 135,1     | 25,3      |           | MWh/rok                                |
| 5   | Redukcja zużycia energii końcowej                     |           |           | 109,8     | MWh/rok                                |
| 6   | Procentowa redukcja energii końcowej                  |           |           | 81,3%     | %                                      |
| 7   | Szacowana emisja gazów cieplarnianych                 | 50,6      | 12,5      |           | tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok |
| 8   | Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych   |           |           | 38,1      | tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok |
| 9   | Procentowa redukcja emisji gazów cieplarnianych       |           |           | 75,3%     | %                                      |
| 10  | Szacowana emisja pyłu zawieszonego PM10               | 0,45      | 0,16      |           | kg PM10/rok                            |
| 11  | Szacowany roczny spadek emisji PM10                   |           |           | 0,28      | kg PM10/rok                            |
| 12  | Procentowa redukcja emisji pyłu zawieszonego PM 10    |           |           | 63,7%     | %                                      |
| 13  | Zapotrzebowania na nieodnawialną energię końcową EK   | 1 009,4   | 189,1     |           | kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)              |
| 14  | Zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP | 1 189,0   | 275,5     |           | kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)              |
| 15  | Ilość energii ciepłej                                 | 135,1     | 25,3      |           | MWh/rok                                |
| 16  | Ilość zaoszczędzonej energii ciepłej                  |           |           | 109,8     | MWh/rok                                |
| 17  | Procent redukcji energii ciepłej                      |           |           | 81,3%     |  |
| 18  | Roczne koszty energii                                 | 37 838,93 | 11 837,61 |           | zł/rok                                 |
| 19  | Roczne oszczędności kosztów energii                   |           |           | 26 001,33 | zł/rok                                 |

| "C" | Pozostałe wskaźniki  | Ilość   |          | Ilość | Jednostka                 |
|-----|----------------------|---------|----------|-------|---------------------------|
|     |                      | bazowa  | docelowa | efekt |                           |
| 1   | Wartość wskaźnika Ep | 1 189,0 | 275,5    | 913,6 | kWh/(m <sup>2</sup> ·rok) |
| 2   | Klasa energetyczna   | G       | E        | -     | -                         |

# Audyt energetyczny budynku mieszkalnego przy ul. Kolonia 13 w Ełku

## Załącznik 9 - Metodologia obliczeń wskaźników przedsięwzięcia

| "A" | Wskaźniki produktu   | Założenia do obliczeń   |
|-----|--|---|
| 1   | Budynki publiczne o udoskonalonej charakterystyce energetycznej (powierzchnia netto) | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 3 - pkt. 1.5)   |
| "B" | Wskaźniki rezultatu  | Założenia do obliczeń   |
| 1   | Roczne zużycie energii pierwotnej  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dla stanu istniejącego i docelowego (str. 4 - pkt. 8.1.2) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową   |
| 2   | Redukcja zużycia energii pierwotnej  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 4 - pkt. 8.1.2) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową (redukcję policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym)   |
| 3   | Procentowa redukcja energii pierwotnej   | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 4 - pkt. 8.1.2) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową (redukcję procentową policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym podzieloną przez roczne zużycie energii pierwotnej w stanie istniejącym)  |
| 4   | Roczne zużycie energii końcowej  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dla stanu istniejącego i docelowego (str. 4 - pkt. 8.1.1) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową   |
| 5   | Redukcja zużycia energii końcowej  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 4 - pkt. 8.1.1) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową (redukcję policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym)   |
| 6   | Procentowa redukcja energii końcowej   | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 4 - pkt. 8.1.1) oraz ich przemnożenia przez powierzchnię użytkową (redukcję procentową policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym podzieloną przez roczne zużycie energii końcowej w stanie istniejącym)  |
| 7   | Szacowana emisja gazów cieplarnianych  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dotyczących zapotrzebowania na ciepło dla stanu istniejącego i docelowego (str. 3 - pkt. 6.4) oraz przemnożeniu tych wartości przez wskaźnik 94,84 kgCO <sub>2</sub> /GJ (wartości opałowe i wskaźniki emisji CO <sub>2</sub> w roku 2022 do raportowania w Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2025 - KOBIZE 2025 - tabela 17)  |
| 8   | Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych                                  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego (str. 4 - pkt. 8.1.6)   |
| 9   | Procentowa redukcja emisji gazów cieplarnianych                                      | Redukcję procentową policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym podzieloną przez emisję gazów cieplarnianych w stanie istniejącym  |
| 10  | Szacowana emisja pyłu zawieszonego PM10  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dotyczących zapotrzebowania na ciepło dla stanu istniejącego i docelowego (str. 3 - pkt. 6.4) oraz przemnożeniu tych wartości przez wskaźnik 0,015 kg/tonę dla węgla kamiennego. Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dotyczących zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową dla stanu istniejącego i docelowego (str. 3 - pkt. 6.5) oraz przemnożeniu tych wartości przez wskaźnik 0,000018 Mg/MWh dla energii elektrycznej. |
| 11  | Szacowany roczny spadek emisji PM10  | Przyjęto na podstawie powyższych wyliczeń dla stanu istniejącego i docelowego   |
| 12  | Procentowa redukcja emisji pyłu zawieszonego PM 10                                   | Redukcję procentową policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym podzieloną przez emisję pyłu PM10 w stanie istniejącym   |
| 13  | Zapotrzebowania na nieodnawialną energię końcową EK                                  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dla stanu istniejącego i docelowego (str. 4 - pkt. 8.1.1)   |
| 14  | Zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP                                | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dla stanu istniejącego i docelowego (str. 4 - pkt. 8.1.2)   |
| 15  | Ilość energii ciepłej  | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego dotyczących zapotrzebowania na ciepło dla stanu istniejącego i docelowego (str. 3 - pkt. 6.4)   |
| 16  | Ilość zaoszczędzonej energii ciepłej   | Przyjęto na podstawie danych w karcie audytu energetycznego jako różnicę zapotrzebowania na ciepło dla stanu istniejącego i docelowego (str. 3 - pkt. 6.4)  |
| 17  | Procentowa redukcja energii ciepłej  | Redukcję procentową policzono jako różnicę pomiędzy stanem istniejącym i docelowym podzieloną przez energię cieplną w stanie istniejącym  |
| 18  | Roczne koszty energii  | Na podstawie strony 21 - pkt. 7.4.2.  |
| 19  | Roczne oszczędności kosztów energii  | Na podstawie strony 21 - pkt. 7.4.2.  |
| "C" | Pozostałe wskaźniki  | Jednostka   |
| 1   | Wartość wskaźnika Ep   | Przyjęto na podstawie załącznika 8 pkt. B.14 (stan istniejący i docelowy)   |
| 2   | Klasa energetyczna   | Zgodnie z Regulaminem naboru  |