

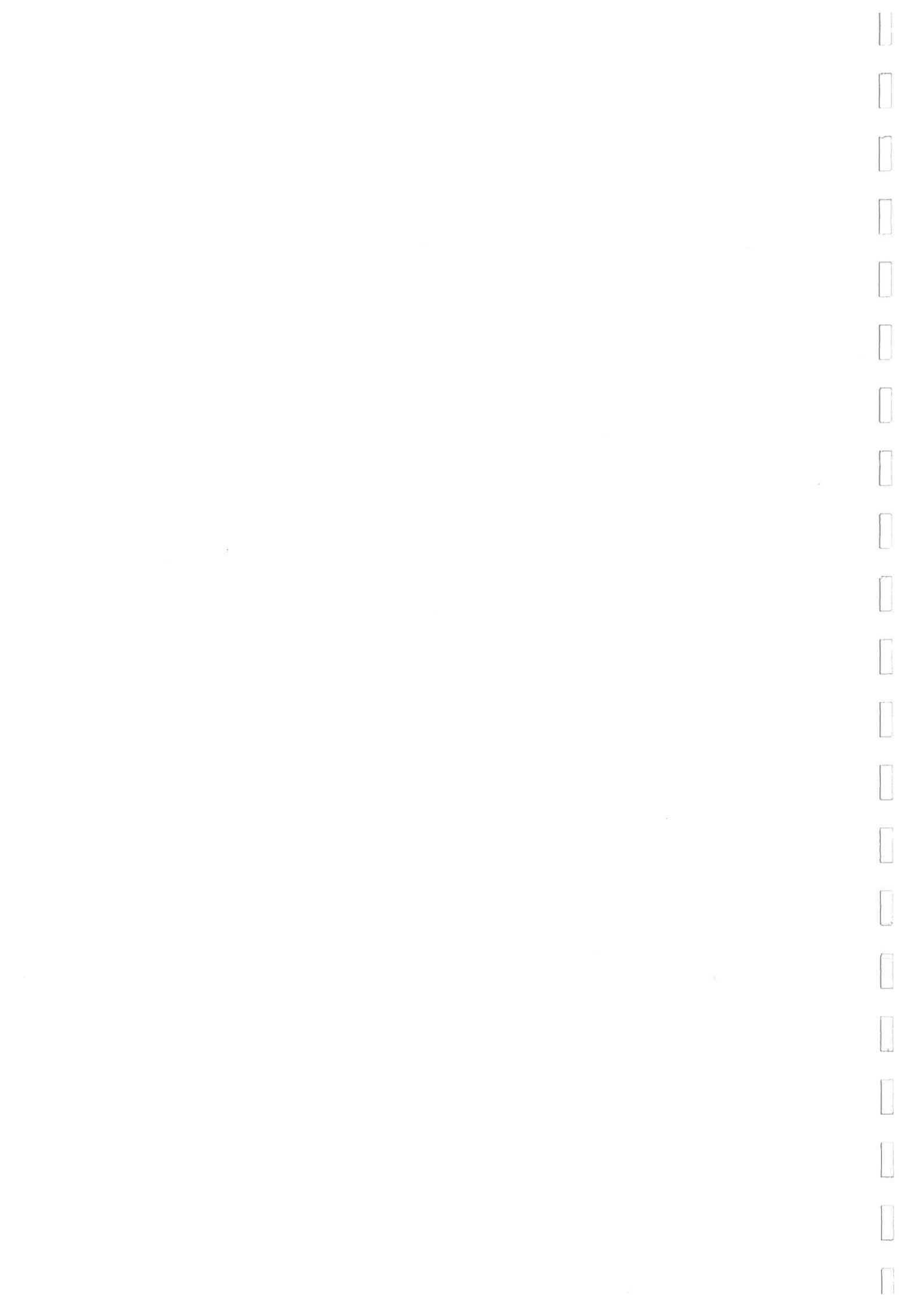


**Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.**

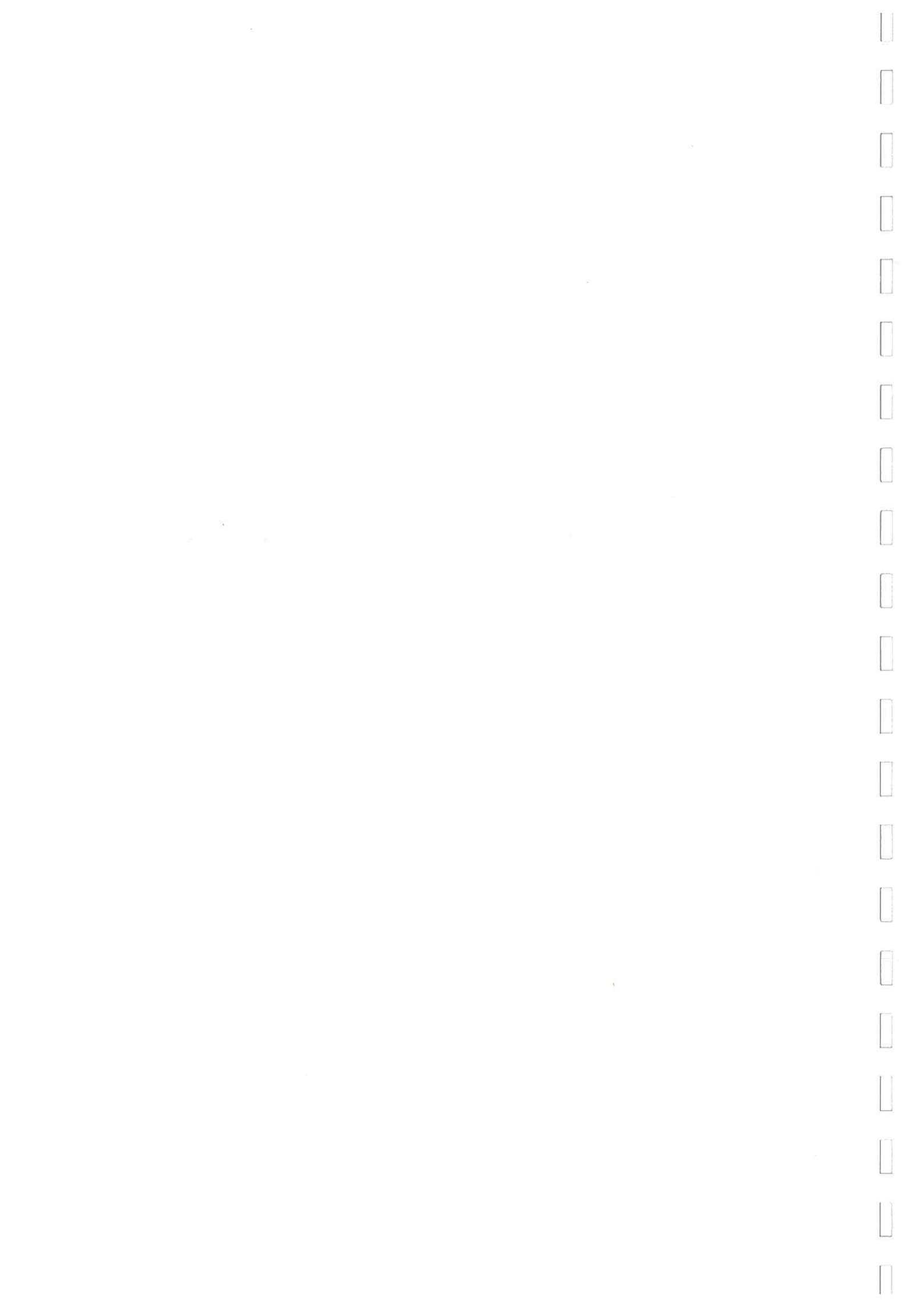
## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY  
REYMONTA 10, WŁODAWA**

|                  |                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adres budynku    | ulica: Reymonta 10<br>kod: 22-200 miejscowość: Włodawa<br>powiat: włodawski<br>województwo: lubelskie |
| Wykonawca audytu | imię i nazwisko: Marta Sikorska<br>tytuł zawodowy: mgr inż.                                           |



| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Rodzaj budynku                                                                                                       | Budynek użyteczności publicznej                                                                 | 1.2                                         | Rok ukończenia budowy                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             | 1979                                                                                        |
| 1.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Właściciel<br>(Nazwa lub imię i nazwisko, adres)                                                                     | Spółdzielnia Mieszkaniowa<br>ul. Przechodnia 22<br>kod: 22-200 Włodawa<br>tel: +48 82 572 12 26 | 1.4                                         | Adres budynku<br>ul. Reymonta 10<br>kod: 22-200 Włodawa<br>pow. włodawski<br>woj. lubelskie |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt<br><br>Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.<br>Al. Jerozolimskie 65/79, 00-697 Warszawa<br>tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11<br>e-mail: <a href="mailto:kape@kape.gov.pl">kape@kape.gov.pl</a> <a href="http://www.kape.gov.pl">www.kape.gov.pl</a>                            |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
| 3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis<br>mgr inż. Marta Sikorska <i>M. Sikorska</i><br>tel: +48 22 626 09 10 fax: +48 22 626 09 11 <a href="mailto:msikorska@kape.gov.pl">msikorska@kape.gov.pl</a><br>Uprawnienia do wykonywania świadectw energetycznych Wpis do rejestru 12708 |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
| Lp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Imię i Nazwisko                                                                                                      | Zakres udziału w opracowaniu audytu                                                             | Posiadane kwalifikacje<br>(ew. uprawnienia) |                                                                                             |
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Marcin Dłużewski                                                                                                     | obliczenia OZC, optymalizacja                                                                   |                                             |                                                                                             |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dariusz Koc                                                                                                          | obliczenia OZC, optymalizacja                                                                   |                                             |                                                                                             |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ilona Wojdyła                                                                                                        | obliczenia OZC, optymalizacja                                                                   |                                             |                                                                                             |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Miejscowość                                                                                                          | Warszawa                                                                                        | Data wykonania opracowania                  | 10.01.2019 r.                                                                               |
| 6. Spis treści                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                 |                                             |                                                                                             |
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Strona tytułowa                                                                                                      |                                                                                                 |                                             | 3                                                                                           |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Karta audytu energetycznego                                                                                          |                                                                                                 |                                             | 5                                                                                           |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku |                                                                                                 |                                             | 7                                                                                           |
| 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku                                                                        |                                                                                                 |                                             | 8                                                                                           |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ocena stanu technicznego budynku                                                                                     |                                                                                                 |                                             | 10                                                                                          |
| 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych                                                               |                                                                                                 |                                             | 13                                                                                          |
| 7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego                                                |                                                                                                 |                                             | 14                                                                                          |
| 8.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Opis wariantu optymalnego                                                                                            |                                                                                                 |                                             | 32                                                                                          |





| 2. Karta audytu energetycznego budynku                                                        |                                                                                                                                                     |                              |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. Dane ogólne                                                                                |                                                                                                                                                     | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1.                                                                                            | Konstrukcja/technologia budynku                                                                                                                     | prefabrykowana żerańska      | prefabrykowana żerańska   |
| 2.                                                                                            | Liczba kondygnacji                                                                                                                                  | 5                            | 5                         |
| 3.                                                                                            | Kubatura części ogrzewanej netto [m <sup>3</sup> ]                                                                                                  | 8 732,75                     | 8 732,75                  |
| 4.                                                                                            | Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]                                                                                                        | 3 977,89                     | 3 977,89                  |
| 5.                                                                                            | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]                                                                                         | 3 493,10                     | 3 493,10                  |
| 6.                                                                                            | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]                                                  | 0,00                         | 0,00                      |
| 7.                                                                                            | Liczba lokali mieszkalnych                                                                                                                          | 70                           | 70                        |
| 8.                                                                                            | Liczba osób użytkujących budynek                                                                                                                    | 175                          | 175                       |
| 9.                                                                                            | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej                                                                                                         | z węzła ciepłego             | z węzła ciepłego          |
| 10.                                                                                           | Rodzaj systemu ogrzewania budynku                                                                                                                   | z węzła ciepłego             | z węzła ciepłego          |
| 11.                                                                                           | Współczynnik kształtu [1/m]                                                                                                                         | 0,25                         | 0,25                      |
| 12.                                                                                           | Inne dane charakteryzujące budynek                                                                                                                  | -                            | -                         |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m <sup>2</sup> ·K)]         |                                                                                                                                                     |                              |                           |
| 1.                                                                                            | Ściana zewnętrzna szczytowa                                                                                                                         | 0,490                        | 0,158                     |
| 2.                                                                                            | Ściana zewnętrzna osłonowa                                                                                                                          | 0,420                        | 0,150                     |
| 3.                                                                                            | Ściana zewnętrzna wiatrołapu                                                                                                                        | 0,420                        | 0,150                     |
| 4.                                                                                            | Cokół                                                                                                                                               | 1,273                        | 0,366                     |
| 5.                                                                                            | Ściana poniżej poziomu gruntu                                                                                                                       | 0,733                        | 0,302                     |
| 6.                                                                                            | Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą                                                                                                                 | 0,862                        | 0,223                     |
| 7.                                                                                            | Strop pomiędzy pokojami a piwnicą                                                                                                                   | 0,822                        | 0,220                     |
| 8.                                                                                            | Stropodach                                                                                                                                          | 0,134                        | 0,134                     |
| 9.                                                                                            | Stropodach nad wiatrołapem                                                                                                                          | 3,125                        | 0,296                     |
| 10.                                                                                           | Podłoga na gruncie                                                                                                                                  | 0,470                        | 0,470                     |
| 12.                                                                                           | Okna zewnętrzne                                                                                                                                     | 1,800                        | 1,800                     |
| 13.                                                                                           | Okna w piwnicy                                                                                                                                      | 1,800                        | 1,800                     |
| 14.                                                                                           | Drzwi balkonowe                                                                                                                                     | 1,800                        | 1,800                     |
| 15.                                                                                           | Drzwi zewnętrzne                                                                                                                                    | 4,500                        | 1,300                     |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu |                                                                                                                                                     |                              |                           |
| 1.                                                                                            | Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$                                                                                                                  | 0,99                         | 0,99                      |
| 2.                                                                                            | Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$                                                                                                    | 0,90                         | 0,90                      |
| 3.                                                                                            | Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$                                                                                                                     | 0,82                         | 0,89                      |
| 4.                                                                                            | Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$                                                                                                                   | 1,00                         | 1,00                      |
| 5.                                                                                            | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$                                                                                         | 1,00                         | 1,00                      |
| 6.                                                                                            | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$                                                                                               | 1,00                         | 1,00                      |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej                           |                                                                                                                                                     |                              |                           |
| 1.                                                                                            | Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$                                                                                                                  | 0,96                         | 0,98                      |
| 2.                                                                                            | Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{W,e}$                                                                                                    | 0,45                         | 0,70                      |
| 3.                                                                                            | Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$                                                                                                                     | 1,00                         | 1,00                      |
| 4.                                                                                            | Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$                                                                                                                   | 1,00                         | 1,00                      |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji                                                         |                                                                                                                                                     |                              |                           |
| 1.                                                                                            | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)                                                                                                          | grawitacyjna                 | grawitacyjna              |
| 2.                                                                                            | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza                                                                                                      | okna / kanały                | okna / kanały             |
| 3.                                                                                            | Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]                                                                                                 | 4 788,30                     | 4 788,30                  |
| 4.                                                                                            | Krotność wymian powietrza [1/h]                                                                                                                     | 0,55                         | 0,55                      |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku                                                       |                                                                                                                                                     |                              |                           |
| 1.                                                                                            | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]                                                                                                    | 224,34                       | 183,55                    |
| 2.                                                                                            | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]                                                                                               | 111,03                       | 111,03                    |
| 3.                                                                                            | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]             | 1 502,81                     | 1 017,95                  |
| 4.                                                                                            | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 2 056,90                     | 1 283,69                  |
| 5.                                                                                            | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]                                                                                | 912,46                       | 574,61                    |

Audyt energetyczny Reymonta 10, Włodawa

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                              |           |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| 6.                                                                                               | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | 1 909,28  | -            |
| 7.                                                                                               | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                   | 768,90    | -            |
| 8.                                                                                               | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·K)]          | 104,94    | 71,08        |
| 9.                                                                                               | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·K)]           | 143,63    | 89,64        |
| 10.                                                                                              | Udział odnawialnych źródeł energii [%]                                                                                                                                       | 0,00      | 0,00         |
| <b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>                           |                                                                                                                                                                              |           |              |
| 1.                                                                                               | Koszt za GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]                                                                                                                             | 52,69     | 44,26        |
| 2.                                                                                               | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW·m-c)]                                                                                                            | 15 062,69 | 11 964,53    |
| 3.                                                                                               | Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]                                                                                             | 23,00     | 12,17        |
| 4.                                                                                               | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW·m-c)]                                                                                  | 15 062,69 | 11 964,53    |
| 5.                                                                                               | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> ·m-c)]                                                                                | 5,18      | 3,61         |
| 6.                                                                                               | Miesięczna opłata anonamentowa [zł/m-c]                                                                                                                                      | -         | -            |
| 7.                                                                                               | Inne [zł]                                                                                                                                                                    | -         | -            |
| <b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b> |                                                                                                                                                                              |           |              |
| Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię                                                   |                                                                                                                                                                              | [%]       | 37,42        |
| Planowane koszty całkowite                                                                       |                                                                                                                                                                              | [zł]      | 1 343 176,95 |
| Roczna oszczędność kosztów energii                                                               |                                                                                                                                                                              | [zł/rok]  | 65 914,64    |
| SPBT                                                                                             |                                                                                                                                                                              | [lata]    | 20,38        |

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

#### 3.1 Dokumentacja projektowa

- Projekt techniczny budynku

#### 3.2 Inne dokumenty

- Brak

#### 3.3 Osoby udzielające informacji

- Krzysztof Kot

#### 3.4 Data wizji lokalnej

- 07.12.2018

#### 3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- dokonanie analizy ekonomicznej opłacalności realizacji działań w zakresie termomodernizacji

#### 3.6 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- nie określono

#### 3.7 Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz. U. Nr 223, poz. 1459.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 17.03.2009 r.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z dnia 03.09.2015 r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 - "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
5. Polska Norma PN-B-01706:1992 "Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu".
6. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 05.07.2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
8. Polska Norma PN-B-03430:1983 "Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania".
9. Polska Norma PN-EN 12831 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
10. Polska Norma PN-EN ISO 13790:2008 - "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia".
11. Program komputerowy "Audyt OZC 6.9 Pro" do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.



#### 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

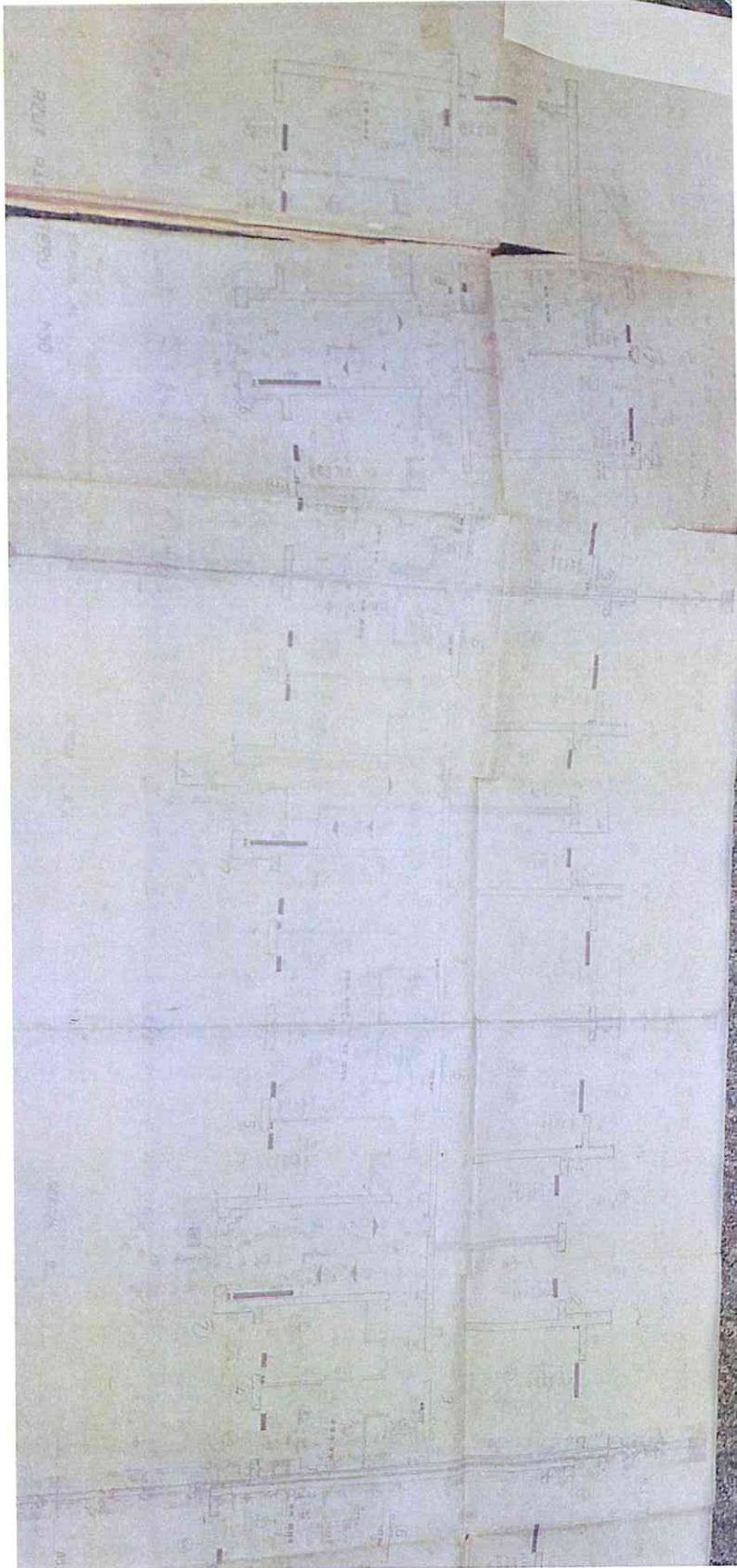
|                              |                                  |   |                                |   |           |   |
|------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|---|-----------|---|
| <b>Identyfikator budynku</b> | Budynek mieszkalny wielorodzinny |   |                                |   |           |   |
| <b>Własność</b>              | publiczna                        |   | spółdzielcza                   | x | komunalna |   |
| <b>Przeznaczenie budynku</b> | mieszkalny                       | x | miesz-usługowy                 |   | publiczny |   |
| <b>Osiedle</b>               | n.d.                             |   |                                |   |           |   |
| <b>Adres</b>                 | ul. Reymonta 20, 22-200 Włodawa  |   |                                |   |           |   |
| <b>Budynek</b>               | wolnostojący                     |   | segment w zabudowie szeregowej |   |           |   |
|                              | zabudowa bliźniacza              |   | blok mieszkalny, wielorodzinny |   |           | x |

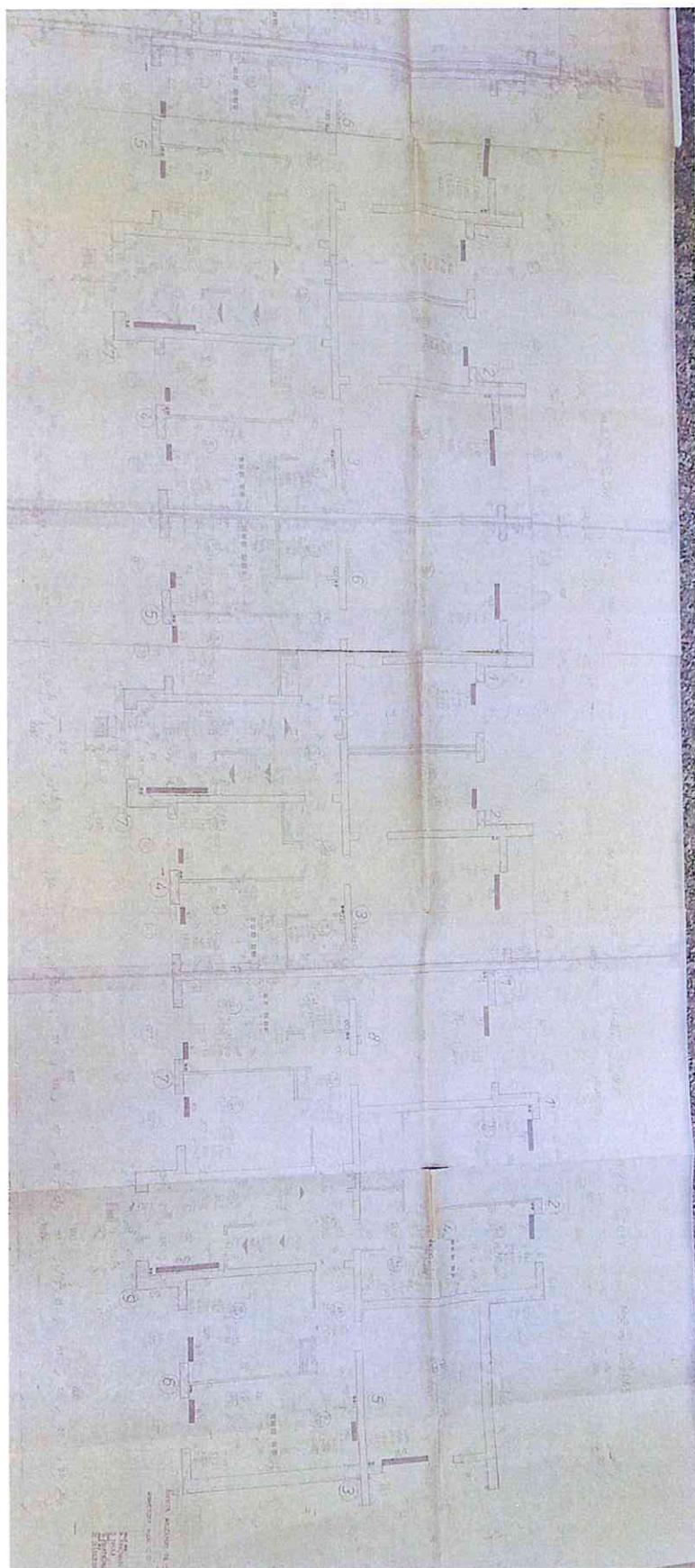
|                           |                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |                        |      |  |  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------|------|--|--|
| <b>Rok budowy</b>         | 1979                                                                                                                                                                                                                                |  |  | <b>Rok zasiedlenia</b> | 1979 |  |  |
| <b>Technologia budowy</b> | UW-2Ż-cegła żerańska RWB BSK RBM-73 RWP-75 PBU-59<br>PBU-62 UW 2-J WUF-62 WUF-T OWT-67 OWT-75 "Szczecin" W-70 Wk-70 SBM-75<br>ZSBO "Stolica" monolit tradycyjna ramowa szkieletowa inna, jaka: <b>Uprzemysłowiona, wieloblokowa</b> |  |  |                        |      |  |  |

z zastosowaniem elementów prefabrykowanych kanałowych

|    |                                                 |                   |           |     |                                |            |
|----|-------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----|--------------------------------|------------|
| 1. | Powierzchnia zabudowana                         | [m <sup>2</sup> ] | 1 022,10  | 7.  | Liczba kondygnacji             | 5          |
| 2. | Kubatura budynku                                | [m <sup>3</sup> ] | 16 517,00 | 8.  | Wysokość kondygnacji w świetle | [m] 2,5    |
| 3. | Kubatura ogrzewanej części budynku              | [m <sup>3</sup> ] | 8 732,75  | 9.  | Liczba użytkowników            | 175        |
| 4. | Powierzchnia całkowita                          | [m <sup>2</sup> ] | 4 264,08  | 10. | Współczynnik kształtu          | [1/m] 0,25 |
| 5. | Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku | [m <sup>2</sup> ] | 3 493,10  |     |                                |            |
| 6. | Budynek podpiwniczony                           |                   | tak       |     |                                |            |

4b. Szkic budynku







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

Budynek jest obiektem składającym się z pięciu kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej. Obiekt został wzniesiony w technologii uprzemysłowionej, wielkblokowej. Ściany nośne o układzie poprzecznym z bloków kanałowych, ściany osłonowe z elementów "ściana scalona". Elewacja zewnętrzna z blachy ocynkowanej trapezowej, ocieplenie z wełny mineralnej o gr. 5 cm. Stropy z płyt kanałowych. Stropodach wentylowany kryty papą. Ocieplenie stropodachu metodą nadmuchową granulatem wełny mineralnej o gr. 25 cm.

Stolarka okienna z PVC w dobrym stanie technicznym, wiek okien około 10 lat. Okna dwuszybowe, szczelne o przyjętej wartości współczynnika przenikania ciepła  $U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Okna w piwnicy jednoszybowe z ramą stalową o współczynniku przenikania ciepła  $U = 4,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Drzwi zewnętrzne wejściowe stalowe. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na  $U = 4,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ; Drzwi nieszczelne w złym stanie technicznym.

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

| L.p. | Opis                                | Pow. całkowita<br>[m <sup>2</sup> ] | Pow. do obliczeń<br>strat ciepła<br>[m <sup>2</sup> ] | $U_k$<br>[W/(m <sup>2</sup> ·K)] |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.   | Ściana zewnętrzna szczytowa         | 411,47                              | 456,27                                                | 0,490                            |
| 2.   | Ściana zewnętrzna osłonowa          | 1 663,99                            | 1 809,59                                              | 0,420                            |
| 3.   | Ściana zewnętrzna wiatrołapu        | 70,02                               | 70,02                                                 | 0,420                            |
| 4.   | Cokół                               | 219,39                              | 219,39                                                | 1,273                            |
| 5.   | Ściana poniżej poziomu gruntu       | 277,62                              | 277,62                                                | 0,733                            |
| 6.   | Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą | 50,37                               | 50,37                                                 | 0,862                            |
| 7.   | Strop pomiędzy pokojami a piwnicą   | 854,62                              | 854,62                                                | 0,822                            |
| 8.   | Stropodach                          | 916,86                              | 916,86                                                | 0,134                            |
| 9.   | Stropodach nad wiatrołapem          | 27,55                               | 27,55                                                 | 3,125                            |
| 10.  | Podłoga na gruncie                  | 905,03                              | 905,03                                                | 0,470                            |
| 11.  | Okna zewnętrzne                     | 578,20                              | 578,20                                                | 1,800                            |
| 12.  | Okna w piwnicy                      | 17,17                               | 17,17                                                 | 1,800                            |
| 13.  | Drzwi balkonowe                     | 143,96                              | 143,96                                                | 1,800                            |
| 14.  | Drzwi zewnętrzne                    | 12,36                               | 12,36                                                 | 4,500                            |

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych                                                                                                       |              |                             | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1.  | Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)                                                     | $q_{moc}$    | [kW]                        | 224,34                    |
| 2.  | Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)                                                                   | $q$          | [kW]                        | 335,37                    |
| 3.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | $Q_H$        | [GJ]                        | 1 502,81                  |
| 4.  | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła                                                                          | $E=Q_H/V$    | [kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)] | 47,80                     |
| 5.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania  | $Q_s$        | [GJ]                        | 2 056,90                  |
| 6.  | Taryfa opłat (z VAT)                                                                                                |              |                             |                           |
|     | Opłata stała (za moc zamówioną + przesył)                                                                           | miesięcznie  | [zł/MW]                     | 15 062,69                 |
|     | Opłata zmienna (za ciepło + przesył)                                                                                | wg. licznika | [zł/GJ]                     | 52,69                     |
|     | Opłata abonamentowa                                                                                                 | miesięcznie  | [zł/m-c]                    | -                         |

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych                                            | Dane w stanie istniejącym                                             |      |              |       |
|-----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|--------------|-------|
| 1.  | Typ instalacji                                           | wodna, pompowa, z dolnym rozdziałem czynnika grzejnego                |      |              |       |
| 2.  | Obliczeniowe parametry pracy instalacji                  | 95/70 °C                                                              |      |              |       |
| 3.  | Przewody w instalacji                                    | stalowe czarne ze szwem, zaizolowane w pomieszczeniach nieogrzewanych |      |              |       |
| 4.  | Rodzaje grzejników                                       | członowe żeliwne (klatka schodowa), stalowe płytowe (mieszkania)      |      |              |       |
| 5.  | Ośłonięcie grzejników                                    | nieoślonięte                                                          |      |              |       |
| 6.  | Zawory termostaticzne                                    | zainstalowano                                                         |      |              |       |
| 7.  | Sprawności składowe systemu grzewczego                   | $\eta_{H,g}=$                                                         | 0,99 | $\eta_{co}=$ | 0,731 |
|     |                                                          | $\eta_{H,e}=$                                                         | 0,90 |              |       |
|     |                                                          | $\eta_{H,d}=$                                                         | 0,82 |              |       |
|     |                                                          | $\eta_{H,s}=$                                                         | 1,00 |              |       |
| 8.  | Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę | 7/24                                                                  |      |              |       |
| 9.  | Modernizacja instalacji                                  | wymienione grzejniki i zamontowane TZG                                |      |              |       |

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Rodzaj danych                                                    | Dane w stanie istniejącym                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Rodzaj instalacji                                                | centralne przygotowanie w osiedlowym węźle ciepła, obiegi cyrkulacyjne |
| 2.  | Piony i ich izolacja                                             | obiegi izolowane                                                       |
| 3.  | Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)                          | zainstalowano                                                          |
| 4.  | Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. pomiaru | 135,30                                                                 |

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych                                         | Dane w stanie istniejącym |
|-----|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.  | Rodzaj wentylacji                                     | grawitacyjna              |
| 2.  | Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h] | 4 788,30                  |

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni budynku

W budynku znajdują się dwa bezpośrednie węzły ciepła zlokalizowane w piwnicy. W skład węzła wchodzi kolektory rozdzielaczowe, zawory odcinające, licznik ciepła i pompa cyrkulacyjna c.w.u. Woda grzewcza niskich parametrów (95/70°C) oraz ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w osiedlowym węźle ciepła. Węzeł ciepła w budynku w złym stanie technicznym, brak lokalnej regulacji ciepła.



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

### **5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Na podstawie dokonanych oględzin i przeglądu dostępnej dokumentacji technicznej można stwierdzić, że ogólny stan ochrony cieplnej budynku jest niedostateczny, znacznie odbiegający od obowiązujących obecnie standardów. Zaleca się następujące modernizacje mające na celu poprawę charakterystyki energetycznej budynku:

- docieplenie przegród zewnętrznych dodatkową warstwą materiału termoizolacyjnego;
- wymiana stolarki drzwiowej, uszczelnienie drzwi;
- ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą;
- ocieplenie daszku nad wiatrołapem.

### **5.2 System grzewczy**

Efektywność energetyczną systemu centralnego ogrzewania ocenia się jako niską. Węzeł cieplny w budynku zasilany jest kanałową siecią ciepłowniczą z węzła osiedlowego. W budynku nie występuje lokalna regulacja ciepła. Parametry wody grzewczej przygotowywane są na podstawie krzywej grzewczej wspólnie dla wszystkich budynków zasilanych z osiedlowego węzła. W budynku zainstalowano termostatyczne zawory przygrzejnikowe. Instalację zrównoważono za pomocą kryz dławiących. Przewody prowadzone poziomo w piwnicy zaizolowano. Zaobserwowano ubytki izolacji zarówno na rurociągach rozporadzających ciepło oraz w piwnicy.

### **5.3 System zapotrzebowania w c.w.u.**

Budynek jest wyposażony w system centralnego przygotowania ciepłej wody użytkowej podgrzewanej w osiedlowym węźle ciepła. Znacząca odległość budynku od węzła lokalnego oraz prowadzenie przewodów w sieci kanałowej powoduje znaczące straty ciepła na cyrkulacji c.w.u. W celu poprawy komfortu i redukcji strat ciepła zainstalowano dodatkową pompę cyrkulacyjną w węźle ciepła w budynku.

### **5.4 System wentylacji**

Wentylacja naturalna. Nawiew świeżego powietrza przez stolarkę okienną, wywiew przez kominy.

6. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości realizacji usprawnień

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Możliwości i sposób poprawy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | <p><b>Przegrody zewnętrzne</b></p> <p><u>Przegrody zewnętrzne</u> mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U</p> <p>Ściana zewnętrzna szczytowa U = 0,49 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> <p>Ściana zewnętrzna osłonowa U = 0,42 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> <p>Ściana zewnętrzna wiatrołapu U = 0,42 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> <p>Cokół U = 1,273 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> <p>Stropodach nad wiatrołapem U = 3,125 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> | <p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne, w tym ściany zewnętrzne powyżej i pomożej terenu.</p> <p>Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla ścian zewnętrznych <math>U \leq 0,20</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</li> <li>- dla dachu <math>U \leq 0,15</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</li> </ul>              |
| 2.  | <p>Przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia ogrzewane od przestrzeni i pomieszczeń nieogrzewanych mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U</p> <p>Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą U = 0,862 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p> <p>Strop pomiędzy pokojami a piwnicą U = 0,822 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p>                                                                                                                           | <p>Należy docieplić przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia nieogrzewane od ogrzewanych.</p> <p>Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą <math>U \leq 0,25</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</li> </ul>                                                                |
| 3.  | <p><u>Okna</u> stare są w dobrym stanie technicznym o średnim U = 1,800 [W/(m<sup>2</sup>·K)] współczynnika</p> <p><u>Drzwi stare</u> o współczynniku U = 4,500 [W/(m<sup>2</sup>·K)]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Możliwość wymiany stolarki okiennej i drzwiowej.</p> <p>Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla okien <math>U \leq 1,60</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</li> <li>- dla drzwi <math>U \leq 1,60</math> [W/(m<sup>2</sup>·K)]</li> </ul>                                                                   |
| 4.  | <p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o wysokiej sprawności regulacji i przesyłu ciepła. Wysokie koszty ogrzewania spowodowane doboorem taryfy na przygotowanie ciepła w węźle osiedlowym.</p>                                                                                                                                                                                                                           | <p>Zaleca się modernizację instalacji centralnego ogrzewania, w zakresie: montażu pośredniego kompaktowego węzła cieplnego zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej wysokich parametrów, montaż automatyki sterującej pracą węzła, montaż zaworów regulacyjnych i równoważących w węźle, montaż głównego licznika ciepła na instalacji c.o., montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.</p> |
| 5.  | <p><u>System przygotowania ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Instalacja typu tradycyjnego, wysokiej sprawności wytwarzania i niskiej sprawności przesyłu.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Zaleca się modernizację instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej w zakresie: montażu pośredniego kompaktowego węzła cieplnego zasilanego z miejskiej sieci ciepłowniczej wysokich parametrów, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.</p>                                           |
| 6.  | <p><u>System wentylacji</u></p> <p>W budynku system wentylacji grawitacyjnej</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>W audycie nie rozpatrywano możliwości wykonania nowej instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła. Spowodowane jest to zbyt niską wysokością pomieszczeń, a także charakterystyką pracy budynku.</p>                                                                                                                                                                    |

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć                                          | Sposób realizacji                                                                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne                 | Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda lekka mokra - warstwa izolacji (styropian lub wełna mineralna)                                                                                 |
| 2.  | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad piwnicą          | Ocieplenie stropu nad piwnicą - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej                                                                                                   |
| 3.  | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach nad wiatrołapem | Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem - warstwa izolacji ze styropianu lub wełny mineralnej                                                                                          |
| 4.  | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi                             | Wymiana drzwi na nowe o niższym współczynniku przenikania ciepła                                                                                                                      |
| 5.  | Podwyższenie sprawności instalacji c.o.                                      | Montaż węzła ciepła w budynku, automatyki, głównego licznika ciepła c.o., montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.                                                      |
| 6.  | Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.                                    | Montaż węzła ciepła w budynku, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach. |

#### Uwagi:

- Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, zarówno w zakresie budowlanym, jak i instalacyjnym, które stanowią podstawę do realizacji i odbioru wykonania robót.
- Realizacja robót budowlanych i instalacyjnych powinna być powierzona wyspecjalizowanym w wymaganych zakresach firmom budowlanym, a w trakcie realizacji robót należy zapewnić odpowiedni nadzór budowlany.
- Odbiór wszystkich zrealizowanych prac powinien przebiegać zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa.
- Podczas prac projektowych należy uwzględnić opomiarowanie instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (podzielniki ciepła).



## 7.2 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 przez przenikanie 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 | Jednostki     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------|---------------|
| $t_{w0}$ - temp. w pom. mieszkalnych |                                     | 20,0             | 20,0                 | °C            |
| $t_{wkl}$ - temp. na kl. schodowych  |                                     | 8,0              | 8,0                  | °C            |
| $t_{wpiwn}$ - temp. w piwnicy        |                                     | 4,0              | 4,0                  | °C            |
| $t_{z0}$                             |                                     | -20,0            | -20,0                | °C            |
| $S_d^*$                              | liczba stopniodni - mieszkalne      | 3 916,90         | 3 916,90             | dzień·K       |
|                                      | liczba stopniodni - klatka schodowa | 2 741,83         | 2 741,83             | dzień·K       |
|                                      | liczba stopniodni - piwnica — cokół | 2350,14          | 2350,14              | dzień·K       |
|                                      | liczba stopniodni - piwnica — strop | 1 566,76         | 1566,76              |               |
| $O_{0m}, O_{1m}$                     |                                     | 15 062,69        | 11 964,53            | [zł/(MW·m-c)] |
| $O_{0z}, O_{1z}$                     |                                     | 52,69            | 44,26                | [zł/GJ]       |
| $A_{b0}, A_{b1}$                     |                                     | -                | -                    | [zł/m-c]      |

\* liczbę Stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Włodawa

### Uwagi:

Obliczeń dokonano zgodnie z pkt. 7.1.3 polskiej normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego" uwzględniając wpływ oporu gruntu przy obliczaniu współczynnika przenikania ciepła U. W związku z tym, do obliczeń wyboru wariantu optymalnego przyjęto temperaturę zewnętrzną na poziomie - 20 °C. W tym miejscu należy zwrócić uwagę iż program Audytor OZC którego użyto do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło również uwzględnia wpływ gruntu przy obliczaniu zapotrzebowania na ciepło całego budynku.



| 7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                                           | Ściana zewnętrzna szczytowa |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$$A = 411,47 \text{ m}^2$$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$$A_{\text{koszt}} = 456,27 \text{ m}^2$$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty   |            |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|------------|------------|
|     |                                                                                                                            |            |                                        | 1          | 2          | 3          |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g          | [m]                                    | 0,16       | 0,18       | 0,20       |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 4,44       | 5,00       | 5,56       |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 2,04       | 5,24       | 5,79       |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 68,23      | 26,60      | 24,05      |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-5} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       |            | [MW]                                   | 0,0081     | 0,0031     | 0,0028     |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 3 424,38   | 3 988,65   | 4 081,81   |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 292,00     | 300,80     | 306,00     |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$      | [zł]                                   | 133 230,84 | 137 246,02 | 139 616,98 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               |            | [lata]                                 | 38,91      | 34,41      | 34,20      |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,490      | 0,191      | 0,173      |
| 11. | $U_0$ - po zdjęciu termoizolacji                                                                                           |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 1,264      | -          | -          |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji, w tym koszt demontażu istniejącej elewacji stalowej i izolacji ścian jak również koszt ocieplenia balkonów 3 cm warstwą izolacji od spodu płyty balkonowej w celu likwidacji mostków cieplnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.

Przed nałożeniem nowej warstwy termoizolacji należy zdemontować istniejącą elewację stalową wraz z ociepleniem z wełny mineralnej. W obliczeniach oporu cieplnego przegrody po modernizacji uwzględniono opór nowej warstwy izolacji oraz opór przegrody bez istniejącej 5 cm warstwy wełny mineralnej.

$$\text{wariant 1: } 456,27 \text{ m}^2 \cdot 292,00 \text{ zł/m}^2 = 133\,230,84 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 2: } 456,27 \text{ m}^2 \cdot 300,80 \text{ zł/m}^2 = 137\,246,02 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 3: } 456,27 \text{ m}^2 \cdot 306,00 \text{ zł/m}^2 = 139\,616,98 \text{ zł}$$

|                  |   |        |            |    |        |       |     |
|------------------|---|--------|------------|----|--------|-------|-----|
| Wybrany wariant: | 3 | Koszt: | 139 616,98 | zł | SPBT = | 34,20 | lat |
|------------------|---|--------|------------|----|--------|-------|-----|

| 7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                                           | Ściana zewnętrzna osłonowa |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$$A = 1\,663,99 \text{ m}^2$$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$$A_{\text{koszt}} = 1\,809,59 \text{ m}^2$$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,20 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty   |            |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|------------|------------|
|     |                                                                                                                            |            |                                        | 1          | 2          | 3          |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g          | [m]                                    | 0,16       | 0,18       | 0,20       |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 4,44       | 5,00       | 5,56       |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 5,57       | 6,13       | 6,69       |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 101,02     | 91,87      | 84,23      |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       |            | [MW]                                   | 0,0119     | 0,0109     | 0,0100     |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 11 329,36  | 13 448,89  | 13 786,77  |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 292,00     | 299,00     | 306,00     |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$      | [zł]                                   | 528 400,28 | 541 067,41 | 553 728,02 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               |            | [lata]                                 | 46,64      | 40,23      | 40,16      |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,179      | 0,163      | 0,150      |
| 11. | $U_0$ - po zdjęciu termoizolacji                                                                                           |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | -          | -          | -          |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen występujących na rynku. Cena jednostkowa usprawnienia zawiera składnik zmienny, zależny do grubości warstwy termoizolacji oraz koszty poszczególnych prac pozwalających na poprawne wykonanie modernizacji, w tym koszt demontażu istniejącej elewacji stalowej i izolacji ścian jak również koszt ocieplenia balkonów 3 cm warstwą izolacji od spodu płyty balkonowej w celu likwidacji mostków cieplnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.

Przed nałożeniem nowej warstwy termoizolacji należy zdemontować istniejącą elewację stalową wraz z ociepleniem z wełny mineralnej. W obliczeniach oporu cieplnego przegrody po modernizacji uwzględniono opór nowej warstwy izolacji oraz opór przegrody bez istniejącej 5 cm warstwy wełny mineralnej.

$$\text{wariant 1: } 1\,809,59 \text{ m}^2 \cdot 292,00 \text{ zł/m}^2 = 528\,400,28 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 2: } 1\,809,59 \text{ m}^2 \cdot 299,00 \text{ zł/m}^2 = 541\,067,41 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 3: } 1\,809,59 \text{ m}^2 \cdot 306,00 \text{ zł/m}^2 = 553\,728,02 \text{ zł}$$

|                  |   |        |               |        |           |
|------------------|---|--------|---------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 3 | Koszt: | 553 728,02 zł | SPBT = | 40,16 lat |
|------------------|---|--------|---------------|--------|-----------|

| 7.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                    |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|
|                                                                                           | Ściana zewnętrzna wiatrołapu |  |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat  $A = 70,02 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 70,02 \text{ m}^2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                                   | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty  |           |           |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|     |                                                                                                                                        |            |                                        | 1         | 2         | 3         |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                                         | g          | [m]                                    | 0,16      | 0,18      | 0,20      |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                            | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 4,44      | 5,00      | 5,56      |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                                           | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 2,38      | 5,57      | 6,13      |
| 4.  | $\dot{Q}_{0U}, \dot{Q}_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 6,97      | 2,98      | 2,71      |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                                   |            | [MW]                                   | 0,0008    | 0,0004    | 0,0003    |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (\dot{Q}_{0U} - \dot{Q}_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 333,71    | 396,15    | 406,10    |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                                          |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 272,00    | 279,00    | 286,01    |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                                          | $N_U$      | [zł]                                   | 19 045,44 | 19 535,58 | 20 026,12 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                                           |            | [lata]                                 | 57,07     | 49,31     | 49,31     |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                                           |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,420     | 0,179     | 0,163     |
| 11. | $U_0$ - po zdjęciu termoizolacji                                                                                                       |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,885     | -         | -         |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. W kosztach pracy uwzględniono demontaż istniejącej warstwy termoizolacyjnej o grubości 5 cm, a także blachy osłonowej. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1:  $70,02 \text{ m}^2 \cdot 272,00 \text{ zł/m}^2 = 19\,045,44 \text{ zł}$   
 wariant 2:  $70,02 \text{ m}^2 \cdot 279,00 \text{ zł/m}^2 = 19\,535,58 \text{ zł}$   
 wariant 3:  $70,02 \text{ m}^2 \cdot 286,01 \text{ zł/m}^2 = 20\,026,12 \text{ zł}$

|                  |   |        |              |        |           |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 3 | Koszt: | 20 026,12 zł | SPBT = | 49,31 lat |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|



| 7.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                           | Cokół     |  |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat  $A = 219,39 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 219,39 \text{ m}^2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,90 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.                              | Stan istniejący | Warianty  |           |           |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|     |                                                                                                                            |                                    |                 | 1         | 2         | 3         |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g [m]                              |                 | 0,03      | 0,05      | 0,07      |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W] |                 | 0,83      | 1,39      | 1,94      |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R [(m <sup>2</sup> ·K)/W]          | 0,79            | 1,62      | 2,17      | 2,73      |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          | [GJ/rok]                           | 56,71           | 27,52     | 20,49     | 16,32     |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       | [MW]                               | 0,0067          | 0,0033    | 0,0024    | 0,0019    |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | [zł]                               |                 | 2 514,65  | 3 292,80  | 3 477,32  |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              | [zł/m <sup>2</sup> ]               |                 | 268,5     | 279,5     | 290,5     |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$ [zł]                         |                 | 58 906,21 | 61 319,50 | 63 734,82 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               | [lata]                             |                 | 23,43     | 18,62     | 18,33     |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               | [W/(m <sup>2</sup> ·K)]            | 1,273           | 0,618     | 0,460     | 0,366     |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1:  $219,39 \text{ m}^2 \cdot 268,50 \text{ zł/m}^2 = 58 906,21 \text{ zł}$   
 wariant 2:  $219,39 \text{ m}^2 \cdot 279,50 \text{ zł/m}^2 = 61 319,50 \text{ zł}$   
 wariant 3:  $219,39 \text{ m}^2 \cdot 290,51 \text{ zł/m}^2 = 63 734,82 \text{ zł}$

|                  |   |        |              |        |           |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 3 | Koszt: | 63 734,82 zł | SPBT = | 18,33 lat |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|

| 7.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                           | Ściana poniżej poziomu gruntu |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$A = 277,62 \text{ m}^2$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$A_{\text{koszt}} = 277,62 \text{ m}^2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,20 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty  |           |           |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|     |                                                                                                                            |            |                                        | 1         | 2         | 3         |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g          | [m]                                    | 0,03      | 0,05      | 0,07      |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 0,83      | 1,39      | 1,94      |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 1,36      | 2,20      | 2,75      |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 41,32     | 25,65     | 20,48     |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       |            | [MW]                                   | 0,0049    | 0,0030    | 0,0024    |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 1 489,30  | 2 153,70  | 2 305,86  |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 268,50    | 279,50    | 290,50    |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$      | [zł]                                   | 74 540,97 | 77 594,79 | 80 648,17 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               |            | [lata]                                 | 50,05     | 36,03     | 34,98     |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,733     | 0,455     | 0,363     |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

wariant 1:  $277,62 \text{ m}^2 \cdot 268,50 \text{ zł/m}^2 = 74 540,97 \text{ zł}$

wariant 2:  $277,62 \text{ m}^2 \cdot 279,50 \text{ zł/m}^2 = 77 594,79 \text{ zł}$

wariant 3:  $277,62 \text{ m}^2 \cdot 290,50 \text{ zł/m}^2 = 80 648,17 \text{ zł}$

|                  |   |        |              |        |           |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 3 | Koszt: | 80 648,17 zł | SPBT = | 34,98 lat |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|

| 7.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                                                                           | Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą |  |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$$A = 50,37 \text{ m}^2$$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$$A_{\text{koszt}} = 50,37 \text{ m}^2$$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty |          |          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|----------|----------|----------|
|     |                                                                                                                            |            |                                        | 1        | 2        | 3        |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g          | [m]                                    | 0,12     | 0,14     | 0,16     |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 3,33     | 3,89     | 4,44     |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 1,16     | 1,16     | 1,16     |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 5,88     | 1,52     | 1,35     |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       |            | [MW]                                   | 0,0007   | 0,0002   | 0,0002   |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 342,34   | 375,48   | 381,41   |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 112      | 124      | 131      |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$      | [zł]                                   | 5 641,78 | 6 245,88 | 6 598,47 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               |            | [lata]                                 | 16,48    | 16,63    | 17,30    |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,862    | 0,223    | 0,198    |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

$$\text{wariant 1: } 50,37 \text{ m}^2 \cdot 112,01 \text{ zł/m}^2 = 5 641,78 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 2: } 50,37 \text{ m}^2 \cdot 124,00 \text{ zł/m}^2 = 6 245,88 \text{ zł}$$

$$\text{wariant 3: } 50,37 \text{ m}^2 \cdot 131,00 \text{ zł/m}^2 = 6 598,47 \text{ zł}$$

|                  |   |        |             |        |           |
|------------------|---|--------|-------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt: | 5 641,78 zł | SPBT = | 16,48 lat |
|------------------|---|--------|-------------|--------|-----------|



| 7.2.7 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                                           | Strop pomiędzy pokojami a piwnicą |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat

$$A = 854,62 \text{ m}^2$$

powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia

$$A_{\text{koszt}} = 854,62 \text{ m}^2$$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                       | Jedn.      | Stan istniejący                        | Warianty  |            |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|-----------|------------|------------|
|     |                                                                                                                            |            |                                        | 1         | 2          | 3          |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej                                                                             | g          | [m]                                    | 0,12      | 0,14       | 0,16       |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego                                                                                                | $\Delta R$ | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 3,33      | 3,89       | 4,44       |
| 3.  | Opór cieplny                                                                                                               | R          | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 1,22      | 4,55       | 5,11       |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$                                                          |            | [GJ/rok]                               | 95,10     | 25,43      | 22,66      |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$                                                       |            | [MW]                                   | 0,0112    | 0,0030     | 0,0027     |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ |            | [zł]                                   | 5 485,37  | 6 039,32   | 6 137,74   |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                              |            | [zł/m <sup>2</sup> ]                   | 112       | 124        | 131        |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia                                                                                              | $N_U$      | [zł]                                   | 95 723,25 | 105 972,88 | 111 955,22 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                               |            | [lata]                                 | 17,45     | 17,55      | 18,24      |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                               |            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 0,220     | 0,196      | 0,177      |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody. Cena jednostkowa modernizacji obejmuje w sobie koszt wszystkich działań koniecznych do poprawnego wykonania pracy.

|            |        |                  |        |                     |            |    |
|------------|--------|------------------|--------|---------------------|------------|----|
| wariant 1: | 854,62 | m <sup>2</sup> · | 112,01 | zł/m <sup>2</sup> = | 95 723,25  | zł |
| wariant 2: | 854,62 | m <sup>2</sup> · | 124,00 | zł/m <sup>2</sup> = | 105 972,88 | zł |
| wariant 3: | 854,62 | m <sup>2</sup> · | 131,00 | zł/m <sup>2</sup> = | 111 955,22 | zł |

|                  |   |        |           |    |        |       |     |
|------------------|---|--------|-----------|----|--------|-------|-----|
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt: | 95 723,25 | zł | SPBT = | 17,45 | lat |
|------------------|---|--------|-----------|----|--------|-------|-----|

| 7.2.8 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--|
|                                                                                           | Stropodach nad wiatrołapem |  |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat  $A = 27,55 \text{ m}^2$   
 powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia  $A_{\text{koszt}} = 27,55 \text{ m}^2$

#### Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie warstwą materiału termoizolacyjnego o współczynniku przewodności  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła  $U \leq 0,30 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji 2 cm większej niż w wariantcie 2

| Lp. | Opis                                                                                                                    | Jedn.                                  | Stan istniejący | Warianty |          |          |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
|     |                                                                                                                         |                                        |                 | 1        | 2        | 3        |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej $g$                                                                      | [m]                                    |                 | 0,11     | 0,13     | 0,15     |
| 2.  | Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$                                                                                  | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ |                 | 3,06     | 3,61     | 4,17     |
| 3.  | Opór cieplny $R$                                                                                                        | $[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$ | 0,32            | 3,38     | 3,93     | 4,49     |
| 4.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                                                       | [GJ/rok]                               | 20,40           | 1,93     | 1,66     | 1,45     |
| 5.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                                                    | [MW]                                   | 0,0014          | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   |
| 6.  | Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | [zł]                                   |                 | 1 219,28 | 1 250,12 | 1 259,22 |
| 7.  | Cena jednostkowa usprawnienia                                                                                           | [zł/m <sup>2</sup> ]                   |                 | 178,50   | 185,50   | 192,50   |
| 8.  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$                                                                                     | [zł]                                   |                 | 4 917,74 | 5 110,52 | 5 303,37 |
| 9.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$                                                                                            | [lata]                                 |                 | 4,03     | 4,09     | 4,21     |
| 10. | $U_0, U_1 =$                                                                                                            | $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ | 3,125           | 0,296    | 0,254    | 0,223    |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> wg. średnich cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.

wariant 1:  $27,55 \text{ m}^2 \cdot 178,50 \text{ zł/m}^2 = 4 917,74 \text{ zł}$   
 wariant 2:  $27,55 \text{ m}^2 \cdot 185,50 \text{ zł/m}^2 = 5 110,52 \text{ zł}$   
 wariant 3:  $27,55 \text{ m}^2 \cdot 192,50 \text{ zł/m}^2 = 5 303,37 \text{ zł}$

|                  |   |        |             |        |          |
|------------------|---|--------|-------------|--------|----------|
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt: | 4 917,74 zł | SPBT = | 4,03 lat |
|------------------|---|--------|-------------|--------|----------|

| 7.2.9 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi | Przełoda         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                                                          | Drzwi zewnętrzne |

Dane: powierzchnia drzwi  $A_{dz} = 12,36 \text{ m}^2$   
 $V_{nom} = \psi = 60,00 \text{ m}^3/\text{h}$   $V_{obl} = \psi \cdot C_m$   
 $C_w = 1,00$

#### Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę części drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U:

wariant 1: drzwi  $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
wariant 2: drzwi  $U = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
wariant 3: drzwi  $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

| Lp. | Opis                                                                                                               | Jedn.                                    | Stan istniejący | Warianty  |           |           |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|     |                                                                                                                    |                                          |                 | 1         | 2         | 3         |
| 1.  | Współczynnik przenikania drzwi $U$                                                                                 | $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ | 4,50            | 1,30      | 1,10      | 0,90      |
| 2.  | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji                                                                            | $C_r$                                    | -               | 1,00      | 1,00      | 1,00      |
|     |                                                                                                                    | $C_m$                                    | -               | 1,00      | 1,00      | 1,00      |
| 3.  | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$                                                                | $[\text{GJ}/\text{rok}]$                 | 13,18           | 3,81      | 3,22      | 2,64      |
| 4.  | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$                                                   | $[\text{GJ}/\text{rok}]$                 | 5,32            | 4,84      | 4,84      | 4,84      |
| 5.  | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$                                                                                             | $[\text{GJ}/\text{rok}]$                 | 18,50           | 8,64      | 8,06      | 7,47      |
| 6.  | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$                                                             | $[\text{MW}]$                            | 0,0016          | 0,0004    | 0,0004    | 0,0003    |
| 7.  | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$                                                          | $[\text{MW}]$                            | 0,0007          | 0,0006    | 0,0006    | 0,0006    |
| 8.  | $q_0, q_1 = (6) + (7)$                                                                                             | $[\text{MW}]$                            | 0,0022          | 0,0010    | 0,0010    | 0,0009    |
| 9.  | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | $[\text{zł}/\text{rok}]$                 |                 | 850,82    | 1 023,34  | 1 049,26  |
| 10. | Koszt wymiany drzwi $N_{dz}$                                                                                       | $[\text{zł}]$                            |                 | 14 016,24 | 17 304,00 | 19 776,00 |
| 11. | Koszt modernizacji wentylacji $N_w$                                                                                | $[\text{zł}]$                            |                 | -         | -         | -         |
| 12. | $\text{SPBT} = (N_{dz} + N_w) / \Delta O_{ru}$                                                                     | $[\text{lata}]$                          |                 | 16,47     | 16,91     | 18,85     |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_u$

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w  $\text{zł}/\text{m}^2$  wg średnich cen rynkowych. Koszt modernizacji:

wariant 1: wymiana  $12,36 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1 134,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 14 016,24 \text{ zł}$   
wariant 2: wymiana  $12,36 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1 400,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 17 304,00 \text{ zł}$   
wariant 3: wymiana  $12,36 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1 600,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 19 776,00 \text{ zł}$

|                  |   |        |              |        |           |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt: | 14 016,24 zł | SPBT = | 16,47 lat |
|------------------|---|--------|--------------|--------|-----------|



**7.2.10 Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej.**

**Wariant 1** Proponuje się kompleksową modernizację systemu przygotowania c.w.u.: montaż wymiennikowego węzła ciepła w piwnicy budynku, bez zasobnika, montaż nowych pomp cyrkulacyjnych, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.

| L.p. |                                                                                                                                                                  | Jedn.    | Stan istniejący | Wariant 1  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|------------|
| 1    | Zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.                                                                                                      | [GJ/rok] | 394,18          | 394,18     |
| 2    | Sprawność systemu                                                                                                                                                | [-]      | 0,43            | 0,69       |
| 3    | Zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania c.w.u.                                                                                                       | [GJ/rok] | 912,46          | 574,61     |
| 4    | Oszczędność energii                                                                                                                                              | [GJ/rok] |                 | 337,85     |
| 5    | Roczna oszczędność kosztów energii<br>$\Delta O_{r,cw} = (Q_{ocw} \cdot O_{OZ} - Q_{1cw} \cdot O_{1Z}) + 12 \cdot (q_{ocw} \cdot O_{Om} - q_{1cw} \cdot O_{1m})$ | [zł/rok] |                 | 18 517,35  |
| 6    | Koszt modernizacji $N_{cw}$                                                                                                                                      | [zł]     |                 | 112 827,12 |
| 7    | $SPBT = N_{cw} / \Delta O_{r,cw}$                                                                                                                                | [lat]    |                 | 6,09       |

Przyjęto koszt modernizacji wg. kosztorysu

Koszt: 112 827,12 zł

|                    |                      |                 |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| Wybrany wariant: 1 | KOSZT: 112 827,12 zł | SPBT = 6,09 lat |
|--------------------|----------------------|-----------------|

Uwagi:

Obliczenia zapotrzebowania na energię na cele przygotowania c.w.u. przedstawiono w Załączniku 3.

**7.2.11 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego**

Dane:  $Q_{0,co} = 1\,502,81$  [GJ/rok]       $w_{t0} = 1,00$        $w_{d0} = 1,00$        $\eta_0 = 0,731$

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

**Wariant 1** Proponuje się modernizację systemu centralnego ogrzewania w zakresie:

- montażu nowego, wymiennikowego węzła ciepła wraz z automatyką pracy węzła,
- izolacji armatury w węźle,
- regulacji hydraulicznej,
- płukania chemicznego instalacji,
- montażu głównego licznika ciepła instalacji ogrzewania,
- montażu podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach,
- modernizacji przyłącza w ramach osiedlowej sieci ciepłowniczej do budynku z miejskiej sieci ciepłowniczej w technologii rur preizolowanych.
- wdrożenie systemu do zdalnego monitorowania i zarządzania wykorzystaniem energii na cele c.o. i c.w.u.

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

| Lp. | Rodzaj usprawnienia                                   | Współczynniki sprawności |       |                |       |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------|----------------|-------|
|     |                                                       | Stan istniejący          |       | Wariant 1      |       |
| 1.  | Wytwarzanie ciepła                                    | $\eta_{Hrg} =$           | 0,99  | $\eta_{Hrg} =$ | 0,99  |
| 2.  | Regulacja systemu ogrzewania                          | $\eta_{H,e} =$           | 0,90  | $\eta_{H,e} =$ | 0,90  |
| 3.  | Przesyłanie ciepła                                    | $\eta_{H,d} =$           | 0,82  | $\eta_{H,d} =$ | 0,89  |
| 4.  | Wykorzystanie ciepła                                  | $\eta_{H,s} =$           | 1,00  | $\eta_{H,s} =$ | 1,00  |
| 5.  | Sprawność całkowita systemu                           | $\eta_{tot} =$           | 0,731 | $\eta_0 =$     | 0,793 |
| 6.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | $w_{t0} =$               | 1,00  | $w_{t0} =$     | 1,00  |
| 7.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby       | $w_{d0} =$               | 1,00  | $w_{d0} =$     | 1,00  |

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

| Lp. | Opis                                                                                                                                                                                                  | Jedn.                      | Stan istniejący | Wariant 1  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|------------|
| 1.  | Sprawność całkowita systemu grzewczego                                                                                                                                                                | $\eta_{tot} =$ [-]         | 0,731           | 0,793      |
| 2.  | Uwzględnienie przerw tygodniowych                                                                                                                                                                     | $w_t =$ [-]                | 1,00            | 1,00       |
| 3.  | Uwzględnienie przerw dobowych                                                                                                                                                                         | $w_d =$ [-]                | 1,00            | 1,00       |
| 4.  | Zapotrzebowanie na energię końcową<br>$Q_{k,H} = (Q_{0,co} / \eta_{tot}) \cdot w_t \cdot w_d$                                                                                                         | $Q_{k,H}$ [GJ/rok]         | 2 056,90        | 1 895,12   |
| 5.  | Oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{r,co} = (w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{0,co} / \eta_0 - w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{1,co} / \eta_1) + 12 \cdot (Q_{0,m} \cdot Q_{0,m} \cdot Q_{1,m} \cdot Q_{1,m})$ | $\Delta O_{r,co}$ [zł/rok] |                 | 32 840,61  |
| 6.  | Koszt przedsięwzięcia                                                                                                                                                                                 | $N_{co} =$ [zł]            |                 | 252 296,72 |
| 7.  | SPBT = $N_{co} / \Delta O_{r,co}$                                                                                                                                                                     | [lata]                     |                 | 7,68       |

Koszty szacunkowe

Kompleksowa modernizacja co    252 296,72    zł  
**Razem: 252 296,72    zł**

|                    |                         |                    |
|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Wybrany wariant: 1 | KOSZT: 252 296,72    zł | SPBT = 7,68    lat |
|--------------------|-------------------------|--------------------|

7.2.12 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT   |
|-----|----------------------------------------------------|------------------------|--------|
|     |                                                    | [zł]                   | [lata] |
| 1.  | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania     | 252 296,72             | 7,68   |
| 2.  | Stropodach nad wiatrołapem                         | 4 917,74               | 4,03   |
| 3.  | Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej     | 112 827,12             | 6,09   |
| 4.  | Drzwi zewnętrzne                                   | 14 016,24              | 16,47  |
| 5.  | Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą                | 5 641,78               | 16,48  |
| 6.  | Strop pomiędzy pokojami a piwnicą                  | 95 723,25              | 17,45  |
| 7.  | Cokół                                              | 63 734,82              | 18,33  |
| 8.  | Ściana zewnętrzna szczytowa                        | 139 616,98             | 34,21  |
| 9.  | Ściana poniżej poziomu gruntu                      | 80 648,17              | 34,98  |
| 10. | Ściana zewnętrzna osłonowa                         | 553 728,02             | 40,16  |
| 11. | Ściana zewnętrzna wiatrołapu                       | 20 026,12              | 49,31  |



### 7.3 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

#### 7.3.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

| Zakres                                         | Nr wariantu |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                                                | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | X           | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |
| Stropodach nad wiatrołapem                     | X           | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |    |
| Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej | X           | X | X | X | X | X | X | X | X |    |    |
| Drzwi zewnętrzne                               | X           | X | X | X | X | X | X | X |   |    |    |
| Strop pomiędzy łazienkami a piwnicą            | X           | X | X | X | X | X | X |   |   |    |    |
| Strop pomiędzy pokojami a piwnicą              | X           | X | X | X | X | X |   |   |   |    |    |
| Cokół                                          | X           | X | X | X | X |   |   |   |   |    |    |
| Ściana zewnętrzna szczytowa                    | X           | X | X | X |   |   |   |   |   |    |    |
| Ściana poniżej poziomu gruntu                  | X           | X | X |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Ściana zewnętrzna osłonowa                     | X           | X |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Ściana zewnętrzna wiatrołapu                   | X           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

#### 7.4 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} \cdot Q_{0,co} / \eta + Q_{0,cwu}$$

$$Q_1 = W_{d1} \cdot Q_{1,co} / \eta + Q_{1,cwu}$$

$$q_0 = q_{0,co} + q_{0,cwu}$$

$$q_1 = q_{1,co} + q_{1,cwu}$$

$$O_{or} = Q_0 \cdot O_z + q_0 \cdot O_m \cdot 12$$

$$O_{1r} = Q_1 \cdot O_z + q_1 \cdot O_m \cdot 12$$

$$O_r = O_{r,1} - O_{r,2}$$

| Numer wariantu | Sezonowe zapotrz. na ciepło | Zapotrz. na moc | Wsp. sprawn. i przerw w ogrzew. | Ciepło do podgrzania wody | Moc do podgrzania wody | Całkowite zapotrzeb. na ciepło | Całkowite zapotrz. na moc | Całkowite koszty energii | Roczna oszczędność kosztów energii | Planowane całkowite koszty robót |
|----------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|                |                             |                 |                                 |                           |                        |                                |                           |                          |                                    |                                  |
|                |                             |                 |                                 |                           |                        |                                |                           |                          |                                    |                                  |
| stan istn.     | 1 502,81                    | 224,34          | 0,731<br>1,000                  | 912,46                    | 111,03                 | 2 969,36                       | 335,37                    | 217 075,29               |                                    | N                                |
| 1              | 1 017,95                    | 183,55          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 1 858,30                       | 294,58                    | 151 160,66               | 65 914,64                          | 1 343 176,95                     |
| 2              | 1 022,08                    | 183,55          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 1 863,50                       | 294,58                    | 151 434,64               | 65 640,65                          | 1 323 150,83                     |
| 3              | 1 306,13                    | 209,58          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 2 221,71                       | 320,61                    | 175 013,71               | 42 061,58                          | 769 422,81                       |
| 4              | 1 307,27                    | 209,44          | 0,793                           | 574,61                    | 111,03                 | 2 223,14                       | 320,47                    | 175 063,75               | 42 011,54                          | 688 774,64                       |
| 5              | 1 380,63                    | 217,02          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 2 315,65                       | 328,05                    | 181 308,21               | 35 767,09                          | 549 157,67                       |
| 6              | 1 383,69                    | 217,56          | 1,000                           | 574,61                    | 111,03                 | 2 319,51                       | 328,59                    | 181 609,20               | 35 466,10                          | 485 422,85                       |
| 7              | 1 474,56                    | 223,90          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 2 434,10                       | 334,93                    | 188 792,91               | 28 282,38                          | 389 699,60                       |
| 8              | 1 480,86                    | 224,34          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 2 442,05                       | 335,37                    | 189 291,33               | 27 783,96                          | 384 057,82                       |
| 9              | 1 488,62                    | 224,34          |                                 | 574,61                    | 111,03                 | 2 451,83                       | 335,37                    | 189 806,64               | 27 268,66                          | 370 041,58                       |
| 10             | 1 488,62                    | 224,34          |                                 | 912,46                    | 111,03                 | 2 789,68                       | 335,37                    | 207 607,95               | 9 467,34                           | 257 214,46                       |
| 11             | 1 502,81                    | 224,34          |                                 | 912,46                    | 111,03                 | 2 807,58                       | 335,37                    | 208 551,11               | 8 524,19                           | 252 296,72                       |

7.5 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię         | Planowana kwota środków własnych<br>kwota kredytu | Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami | Miesięczna rata kredytu |
|-----|-----------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|     |                                               | [zł]                       | [zł]                               | [(Q <sub>0</sub> - Q <sub>1</sub> )/Q <sub>0</sub> ]*100% |                                                   |                                                                                                        |                         |
| 1   | 1                                             | 1 343 176,95               | 65 914,64                          | 37,42                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 2   | 2                                             | 1 323 150,83               | 65 640,65                          | 37,24                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 3   | 3                                             | 769 422,81                 | 42 061,58                          | 25,18                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 4   | 4                                             | 688 774,64                 | 42 011,54                          | 25,13                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 5   | 5                                             | 549 157,67                 | 35 767,09                          | 22,02                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 6   | 6                                             | 485 422,85                 | 35 466,10                          | 21,89                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 7   | 7                                             | 389 699,60                 | 28 282,38                          | 18,03                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 8   | 8                                             | 384 057,82                 | 27 783,96                          | 17,76                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 9   | 9                                             | 370 041,58                 | 27 268,66                          | 17,43                                                     | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 10  | 10                                            | 257 214,46                 | 9 467,34                           | 6,05                                                      | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |
| 11  | 11                                            | 252 296,72                 | 8 524,19                           | 5,45                                                      | n.d.<br>n.d.                                      | n.d.                                                                                                   | n.d.                    |



## 8. Propozycja optymalnego wariantu i zakresu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Jako wariant optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.5 wariant 1 obejmujący realizację wszystkich analizowanych przedsięwzięć.

wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację wszystkich zasadnych z technicznego punktu widzenia przedsięwzięcia

Wszystkie zaproponowane przedsięwzięcia spełniają wymagania stawiane przez WT2021.

### 8.1 Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Kompleksowa modernizacja c.o. obejmująca: montaż nowego, wymiennikowego węzła ciepła wraz z automatyką pracy węzła, izolację armatury w węźle, regulację hydrauliczną, płukanie chemiczne instalacji, montaż głównego licznika ciepła

1. instalacji ogrzewania, montaż podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach, modernizację przyłącza w ramach osiedlowej sieci ciepłowniczej do budynku z miejskiej sieci ciepłowniczej w technologii rur preizolowanych oraz wdrożenie systemu do zdalnego monitorowania i zarządzania wykorzystaniem energii na cele c.o. i c.w.u.

Modernizacja instalacji c.w.u.: montaż wymiennikowego węzła ciepła w piwnicy budynku, bez zasobnika, montaż nowych

2. pomp cyrkulacyjnych, montaż licznika głównego ciepła na cele ciepłej wody, licznika głównego zimnej wody do podgrzania oraz liczników indywidualnych c.w.u. w mieszkaniach.
3. Ocieplenie ścian wiatrołapu warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  o grubości 20 cm.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (cokół i ściany poniżej poziomu terenu) warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  o grubości 7 cm.
5. Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych i osłonowych warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  o grubości 20 cm.
6. Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapem warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  o grubości 11 cm.
7. Ocieplenie stropu nad piwnicą warstwą izolacji o współczynniku przenikania ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  o grubości 12 cm.
8. Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

**ŁĄCZNY KOSZT REALIZACJI WSKAZANEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO WYNOŚI:**

**1 343 176,95 PLN BRUTTO**

### 8.2 Dalsze działania

Dalsze działania właściciela obiektu powinny objąć:

1. Wykonanie w niezbędnym zakresie ekspertyz i analiz, które potwierdzą możliwość realizacji robót o zakresie wskazanym w niniejszym opracowaniu
2. Dokonanie montażu finansowego w celu zapewnienia środków na realizację inwestycji
3. Wykonanie projektów budowlanych i instalacyjnych związanych z realizacją prac termomodernizacyjnych
4. Realizacja robót termomodernizacyjnych (z zapewnieniem odpowiedniego nadzoru technicznego)
5. Rozruch instalacji i odbiór robót budowlanych
6. Ocena efektów realizacji termomodernizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego

Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.

Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego

Załącznik 6 Wydruki z programu Audytor OZC 6.9 Pro dla stanu istniejącego

Załącznik 7 Wydruki z programu Audytor OZC 6.9 Pro dla stanu po modernizacji





**Załącznik nr 1****Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

| Lp.    | Pomieszczenia | Kubatura pomieszczeń | Norma    | Strumień powietrza wentylacyjnego |
|--------|---------------|----------------------|----------|-----------------------------------|
|        |               |                      | [wym/h]  | [m <sup>3</sup> /h]               |
| 1.     | Pom. użytkowe | 8 732,75             | 0,55     | 4 788,30                          |
| Razem  |               |                      |          | 4 788,30                          |
| Ogółem |               |                      | $\psi =$ | 4 788,30                          |



## Załącznik nr 2

### Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_{H,g} = 0,99$$

2. Sprawność regulacji i wykorzystania

$$\eta_{H,e} = 0,90$$

3. Sprawność przesyłu

$$\eta_{H,d} = 0,82$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_{H,s} = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

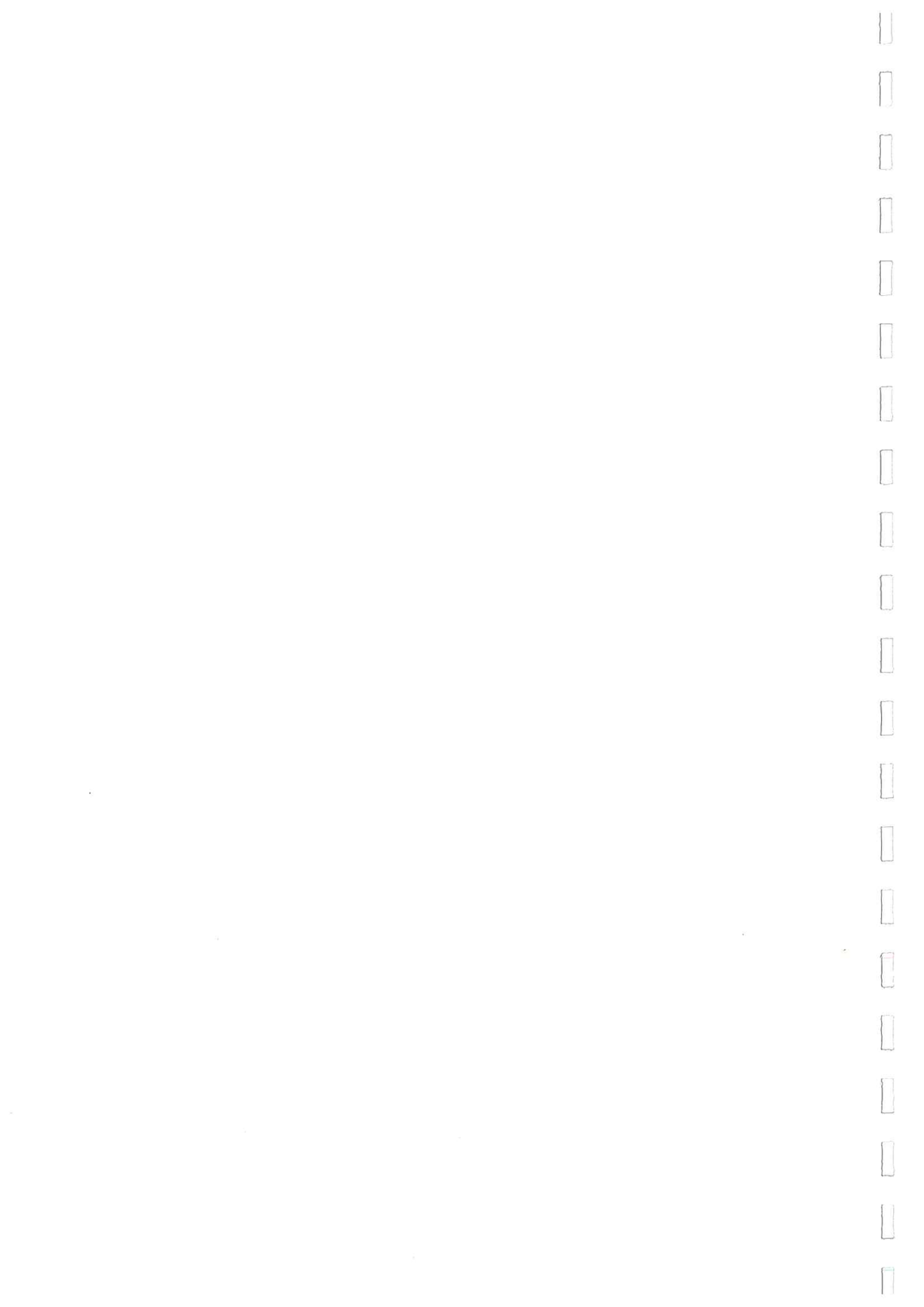
$$w_d = 1,00$$





## Załącznik nr 3

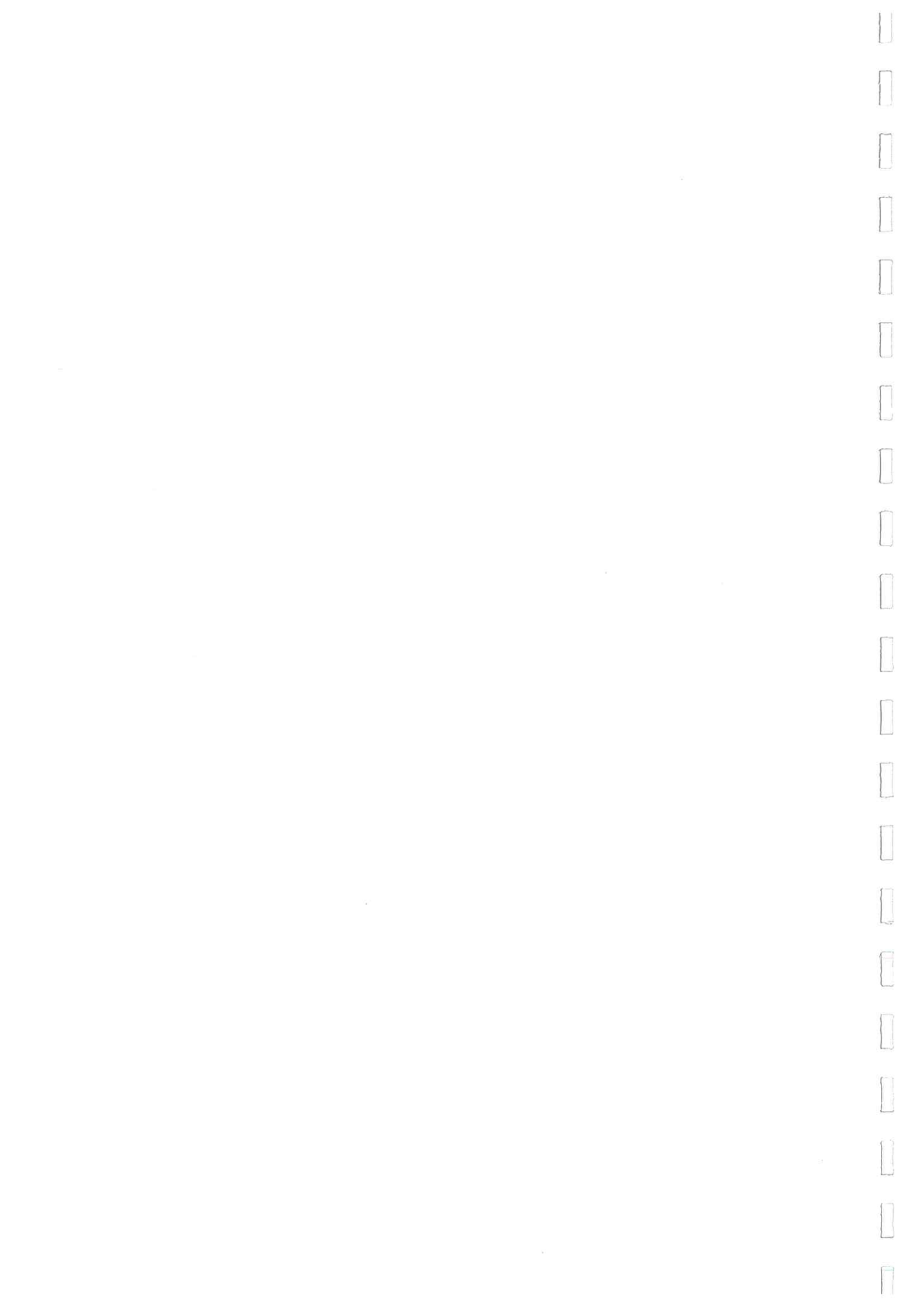
| Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej      |                                                                                                                                                                         | stan istniejący | po modernizacji | Jednostka                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------|
| 1.                                                                                         | Zapotrzebowanie na c.w.u. $V_{wi} =$                                                                                                                                    | 1,60            | 1,60            | [dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> /dzień)] |
| 2.                                                                                         | Powierzchnia użytkowa $A_f =$                                                                                                                                           | 3 977,89        | 3 977,89        | [m <sup>2</sup> ]                          |
| 3.                                                                                         | Ciepło właściwe wody $C_w =$                                                                                                                                            | 4,19            | 4,19            | [kJ/(kg*K)]                                |
| 4.                                                                                         | Gęstość wody $\rho_w =$                                                                                                                                                 | 1,0             | 1,0             | [kg/dm <sup>3</sup> ]                      |
| 5.                                                                                         | Obl. temp czernalna $\theta_w =$                                                                                                                                        | 55              | 55              | [°C]                                       |
| 6.                                                                                         | Obl. temp przed podgrzaniem $\theta_0 =$                                                                                                                                | 10              | 10              | [°C]                                       |
| 7.                                                                                         | Wsp. kr $k_r =$                                                                                                                                                         | 0,90            | 0,90            | [-]                                        |
| 8.                                                                                         | Liczba dni $t_R =$                                                                                                                                                      | 365             | 365             | [dni]                                      |
| 9.                                                                                         | Zapotrzebowanie energii użytkowej na c.w.u.<br>$Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot C_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_R / 3600$ $Q_{w,nd} =$ | 394,18          | 394,18          | [GJ/rok]                                   |
| 10.                                                                                        | Sprawność całkowita $\eta_{w,tot} =$                                                                                                                                    | 0,43            | 0,69            | [-]                                        |
| 11.                                                                                        | Zapotrzebowanie energii końcowej na c.w.u.<br>$Q_{k,w} = Q_{w,nd} / \eta_{tot}$ $Q_{k,w} =$                                                                             | 912,46          | 574,61          | [GJ/rok]                                   |
| Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej |                                                                                                                                                                         |                 |                 |                                            |
| 1.                                                                                         | Liczba osób użytkujących budynek $I =$                                                                                                                                  | 175             | 175             | [osób]                                     |
| 2.                                                                                         | Jedn. zużycie c.w.u. $V_{cw} =$                                                                                                                                         | 110             | 110             | [l/os]                                     |
| 3.                                                                                         | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.                                                                                                                             | 0,802           | 0,802           | [m <sup>3</sup> /h]                        |
| 4.                                                                                         | Wsp. nierównomierności rozbiór c.w.u.                                                                                                                                   | 2,643           | 2,643           | [-]                                        |
| 5.                                                                                         | $N_h = 9,32 \cdot I^{-0,244}$                                                                                                                                           | 0,189           | 0,189           | [GJ/m <sup>3</sup> ]                       |
| 6.                                                                                         | Moc c.w.u. $\phi_{cwu} =$                                                                                                                                               | 111,03          | 111,03          | [kW]                                       |



#### Załącznik nr 4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 Pro

| Wariant         | Zapotrzebowanie       |                |
|-----------------|-----------------------|----------------|
|                 | mocy cieplnej<br>[kW] | ciepła<br>[GJ] |
| Stan istniejący | 224,34                | 1 502,81       |
| 1               | 183,55                | 1 017,95       |
| 2               | 183,55                | 1 022,08       |
| 3               | 209,58                | 1 306,13       |
| 4               | 209,44                | 1 307,27       |
| 5               | 217,02                | 1 380,63       |
| 6               | 217,56                | 1 383,69       |
| 7               | 223,90                | 1 474,56       |
| 8               | 224,34                | 1 480,86       |
| 9               | 224,34                | 1 488,62       |
| 10              | 224,34                | 1 488,62       |
| 11              | 224,34                | 1 502,81       |





**Obliczenie efektu ekologicznego****1. Obliczenie redukcji emisji CO<sub>2</sub>**

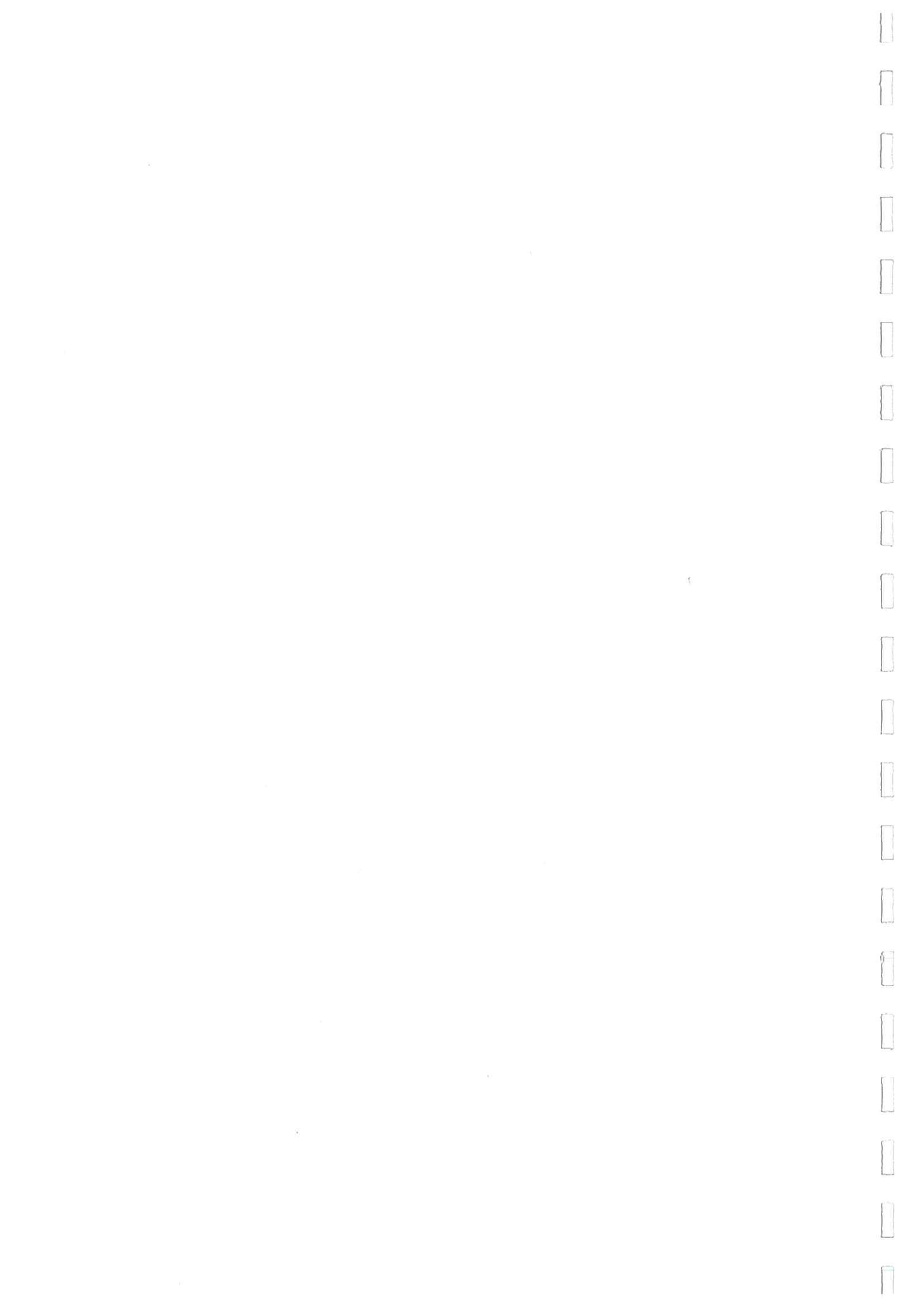
| Nośnik energii                        | Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok] | Ilość energii po modernizacji [GJ/rok] | Różnica [GJ/rok] | Wskaźnik emisji [kg CO <sub>2</sub> /GJ] | Emisja przed modernizacją [MgCO <sub>2</sub> ] | Emisja po modernizacji [MgCO <sub>2</sub> ] | Końcowy efekt, redukcja emisji [MgCO <sub>2</sub> ] |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u. | 2 969,36                                  | 1 858,30                               | 1 111,06         | 90,51                                    | 268,76                                         | 168,19                                      | 100,56                                              |

**2. Obliczenie redukcji emisji pyłów**

| Nośnik energii                        | Ilość energii przed modernizacją [GJ/rok] | Ilość energii po modernizacji [GJ/rok] | Różnica [GJ/rok] | Wskaźnik emisji [kg pyłu/GJ] | Emisja przed modernizacją [Mgpyłu] | Emisja po modernizacji [Mgpyłu] | Końcowy efekt, redukcja emisji [Mgpyłu] |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u. | 2 969,36                                  | 1 858,30                               | 1 111,06         | 0,0055100                    | 0,0164                             | 0,0102                          | 0,0061                                  |

**Uwaga:**

1. Budynek będący przedmiotem niniejszego audytu przed i po modernizacji zasilany jest ciepłem z miejskiej sieci ciepłowniczej.
2. Ilość nośnika energii na potrzeby c.o. i c.w.u. przed i po modernizacji przyjęto na podstawie danych zamieszczonych w karcie audytu energetycznego.
3. Wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> i pyłów dla ciepła sieciowego przyjęto na podstawie Informacji dla odbiorców ciepła opublikowanej na stronie Internetowej MPGK Włodawa.



|                                                                           |                                           |                          |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
| Podstawowe informacje:                                                    |                                           |                          |
| Nazwa projektu:                                                           | Termomodernizacja budynku wielorodzinnego |                          |
|                                                                           | stan istniejący                           |                          |
| Miejscowość:                                                              | Włodawa                                   |                          |
| Adres:                                                                    | Reymonta 20                               |                          |
| 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                           |                          |
| Dane klimatyczne:                                                         |                                           |                          |
| Strefa klimatyczna:                                                       | STREFA III                                |                          |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -20                                       | °C                       |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 7,6                                       | °C                       |
| Stacja meteorologiczna:                                                   | Włodawa                                   |                          |
| Grunt:                                                                    |                                           |                          |
| Rodzaj gruntu:                                                            | Piasek lub żwir                           |                          |
| Pojemność cieplna:                                                        | 2,000                                     | MJ/(m <sup>3</sup> ·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 $A_H$ :                                    | 3977,9                                    | m <sup>2</sup>           |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :                                        | 10033,6                                   | m <sup>3</sup>           |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 163516                                    | W                        |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 64084                                     | W                        |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 224337                                    | W                        |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0                                         | W                        |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 224337                                    | W                        |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |                                           |                          |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 56,4                                      | W/m <sup>2</sup>         |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 22,4                                      | W/m <sup>3</sup>         |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |                                           |                          |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 1270,6                                    | m <sup>3</sup> /h        |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$ :                           |                                           | m <sup>3</sup> /h        |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :                         |                                           | m <sup>3</sup> /h        |
| Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :                                      |                                           | m <sup>3</sup> /h        |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :                           |                                           | m <sup>3</sup> /h        |
| Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :                                        |                                           | m <sup>3</sup> /h        |
| Średnia liczba wymian powietrza n:                                        | 0,5                                       |                          |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 4788,3                                    | m <sup>3</sup> /h        |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -20,0                                     | °C                       |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |                                           |                          |
| Stacja meteorologiczna:                                                   | Włodawa                                   |                          |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |                                           |                          |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :                  | 6450,8                                    | m <sup>3</sup> /h        |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 1502,81                                   | GJ/rok                   |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 417446                                    | kWh/rok                  |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 3978                                      | m <sup>2</sup>           |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :                                        | 10033,6                                   | m <sup>3</sup>           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :                            | 377,8                                     | MJ/(m <sup>2</sup> ·rok) |

Wyniki - Ogólne

|                                                                    |                    |                |                            |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EA <sub>H</sub> :  | 104,9          | kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EV <sub>H</sub> :  | 149,8          | MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EV <sub>H</sub> :  | 41,6           | kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu:                                       |                    |                |                            |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ <sub>min</sub> :        | 4,0                | K              |                            |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: |                    |                |                            |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ <sub>j,u</sub>                       |                    |                |                            |
| Minimalna temperatura dyżurna θ <sub>j,u</sub> :                   | 16                 | °C             |                            |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich                        |                    |                |                            |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane:                            | Tak                |                |                            |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:                         | Tak                |                |                            |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:                   | Nie                |                |                            |
| Domyślne dane do obliczeń:                                         |                    |                |                            |
| Typ budynku:                                                       | Jednorodzinny      |                |                            |
| Typ konstrukcji budynku:                                           | Ciężka             |                |                            |
| Typ systemu ogrzewania w budynku:                                  | Konwekcyjne        |                |                            |
| Oslabienie ogrzewania:                                             | Bez osłabienia     |                |                            |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach:                                | Indywidualna reg.  |                |                            |
| Stopień szczelności obudowy budynku:                               | Użytkownika        |                |                            |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n <sub>50</sub> :                 | 3,5                | 1/h            |                            |
| Klasa osłonięcia budynku:                                          | Średnie osłonięcie |                |                            |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji:                                |                    |                |                            |
| System wentylacji:                                                 | Naturalna          |                |                            |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ <sub>su</sub> :                |                    | °C             |                            |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ <sub>c</sub> :             | 20,0               | °C             |                            |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:                |                    |                |                            |
| Temperatura dopływającego powietrza θ <sub>ex,rec</sub> :          | 20,0               | °C             |                            |
| Projektowa sprawność rekuperacji η <sub>recup</sub> :              | 70,0               | %              |                            |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η <sub>E,recup</sub> :              | 49,0               | %              |                            |
| Projektowy stopień recyrkulacji η <sub>recir</sub> :               |                    | %              |                            |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η <sub>E,recir</sub> :               |                    | %              |                            |
| Geometria budynku:                                                 |                    |                |                            |
| Rzędna poziomu terenu:                                             | -1,30              | m              |                            |
| Domyślna rzędna podłogi L <sub>f</sub> :                           | 0,00               | m              |                            |
| Rzędna wody gruntowej:                                             | -5,00              | m              |                            |
| Domyślna wysokość kondygnacji H:                                   | 3,00               | m              |                            |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H <sub>i</sub> :       | 2,70               | m              |                            |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A <sub>G</sub> :               | 889,92             | m <sup>2</sup> |                            |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P <sub>G</sub> :    | 173,98             | m              |                            |
| Obrót budynku:                                                     | Bez obrotu         |                |                            |
| Statystyka budynku:                                                |                    |                |                            |
| Liczba kondygnacji:                                                | 6                  |                |                            |
| Liczba stref budynku:                                              | 1                  |                |                            |
| Liczba grup pomieszczeń:                                           | 6                  |                |                            |
| Liczba pomieszczeń:                                                | 223                |                |                            |





Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                                  | D                         | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $c_p$     | R                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                                         | m                         |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| COKÓŁ                                                                                   | Ściana zewnętrzna         |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                              | 0,2400                    | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 0,785               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 1,273               |
| DASZEK                                                                                  | Stropodach niewentylowany |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| STR-ŻER-24                                                                              | 0,2400                    | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,100               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 0,320               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 3,125               |
| PG                                                                                      | Podłoga w piwnicy 13,0 cm |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłodze: PIWN                                                              |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 2,50 m                            |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,20 m                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                               | 0,0300                    | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,029               |
| GRUZOBETON                                                                              | 0,1000                    | Gruzobeton.                              | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 2,000               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 2,129               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,470               |
| PIWN                                                                                    | Ściana zewnętrzna         |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Podłoga przyległa do ściany: PG                                                         |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,20 m                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                              | 0,2400                    | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 0,750               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 1,365               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,733               |
| STR                                                                                     | Strop ciepło do dołu      |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne         |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| PAPA-ASF                                                                                | 0,0150                    | Papa asfaltowa.                          | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,083               |
| BET-CHUDY                                                                               | 0,0100                    | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,010               |
| ŻELBET                                                                                  | 0,0500                    | Żelbet.                                  | 1,700     | 2500              | 0,840     | 0,029               |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 0,160               |
| Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                           |                                          |           |                   |           | 0,000               |
| STYR 0_42                                                                               | 0,2500                    | Styropian 0,40                           | 0,042     |                   |           | 5,952               |
| WEŁNA-STR                                                                               | 0,0600                    | Wełna mineralna luzem w stropie poddasza | 0,052     | 60                | 0,750     | 1,154               |
| STR-ŻER-24                                                                              | 0,2400                    | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,100               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,090               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 7,476               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,134               |
| STR ŁAZ                                                                                 | Strop ciepło do dołu      |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                               | 0,0400                    | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,038               |



Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                        | D                    | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $c_p$     | R                   |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                               | m                    |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| STYR05                                                                        | 0,0100               | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,050     | 30                | 1,460     | 0,200               |
| STR-ŻER-24                                                                    | 0,2400               | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| STYR05                                                                        | 0,0200               | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,050     | 30                | 1,460     | 0,400               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                      |                                          |           |                   |           | 1,158               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |                      |                                          |           |                   |           | 0,863               |
|                                                                               |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| STR POK                                                                       | Strop ciepło do dołu |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                     | 0,0350               | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,033               |
| PŁYT-PIL-P                                                                    | 0,0125               | Płyty pilśniowe porowate.                | 0,050     | 300               | 2,510     | 0,250               |
| PAPA-ASF                                                                      | 0,0025               | Papa asfaltowa.                          | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,014               |
| STR-ŻER-24                                                                    | 0,2400               | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| PŁYT-PIL-P                                                                    | 0,0200               | Płyty pilśniowe porowate.                | 0,050     | 300               | 2,510     | 0,400               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                      |                                          |           |                   |           | 1,217               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |                      |                                          |           |                   |           | 0,822               |
|                                                                               |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| SW                                                                            | Ściana wewnętrzna    |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                    | 0,2400               | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                      |                                          |           |                   |           | 0,875               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |                      |                                          |           |                   |           | 1,142               |
|                                                                               |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| SWL                                                                           | Ściana wewnętrzna    |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK8                                                                    | 0,0600               | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,380     | 800               | 0,840     | 0,158               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                      |                                          |           |                   |           | 0,418               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |                      |                                          |           |                   |           | 2,393               |
|                                                                               |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| SZ-O                                                                          | Ściana zewnętrzna    |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK5                                                                    | 0,2400               | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,960               |
| STYR 0_40                                                                     | 0,0500               | Styropian 0,40                           | 0,040     |                   |           | 1,250               |
| BLA-DACH                                                                      | 0,0010               | Blacha trapezowa lub dachówkowa.         | 58,000    | 7800              | 0,440     | 0,000               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |                      |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |                      |                                          |           |                   |           | 2,380               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |                      |                                          |           |                   |           | 0,420               |
|                                                                               |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| SZ-S                                                                          | Ściana zewnętrzna    |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |                      |                                          |           |                   |           |                     |
| ŻELBET                                                                        | 0,2400               | Żelbet.                                  | 1,700     | 2500              | 0,840     | 0,141               |
| BETON-BBK5                                                                    | 0,1200               | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,480               |
| STYR 0_40                                                                     | 0,0500               | Styropian 0,40                           | 0,040     |                   |           | 1,250               |
| BLA-DACH                                                                      | 0,0010               | Blacha trapezowa lub dachówkowa.         | 58,000    | 7800              | 0,440     | 0,000               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |                      |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |                      |                                          |           |                   |           | 0,040               |

Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                                     | D                          | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $c_p$     | R                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                                            | m                          |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                          |                            |                                          |           |                   |           | 2,041               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                                |                            |                                          |           |                   |           | 0,490               |
|                                                                                            |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| SZW                                                                                        | Ściana zewnętrzna          |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne                 |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK5                                                                                 | 0,2400                     | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,960               |
| STYR 0_40                                                                                  | 0,0500                     | Styropian 0,40                           | 0,040     |                   |           | 1,250               |
| BLA-DACH                                                                                   | 0,0010                     | Blacha trapezowa lub dachówkowa.         | 58,000    | 7800              | 0,440     | 0,000               |
| Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |                            |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                      |                            |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                          |                            |                                          |           |                   |           | 2,380               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                                |                            |                                          |           |                   |           | 0,420               |
|                                                                                            |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| WIAROŁAP                                                                                   | Podłoga na gruncie 13,0 cm |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne                |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłodze: SZW                                                                  |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 3,70 m                        |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości D <sub>h</sub> = m    |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości D <sub>v</sub> = m    |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                                  | 0,0300                     | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,029               |
| GRUZOBETON                                                                                 | 0,1000                     | Gruzobeton.                              | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]: |                            |                                          |           |                   |           | 2,000               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                          |                            |                                          |           |                   |           | 2,129               |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                                |                            |                                          |           |                   |           | 0,470               |

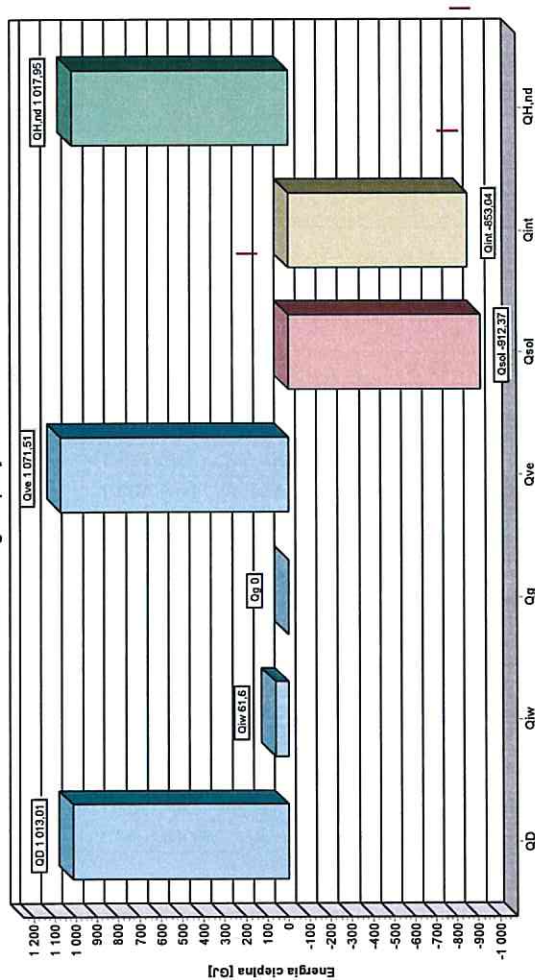


|                                                                           |                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|
| Podstawowe informacje:                                                    |                                           |             |
| Nazwa projektu:                                                           | Termomodernizacja budynku wielorodzinnego |             |
|                                                                           | stan po modernizacji                      |             |
| Miejscowość:                                                              | Włodawa                                   |             |
| Adres:                                                                    | Reymonta 20                               |             |
| 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                           |             |
| Dane klimatyczne:                                                         |                                           |             |
| Strefa klimatyczna:                                                       | STREFA III                                |             |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                            | -20                                       | °C          |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 7,6                                       | °C          |
| Stacja meteorologiczna:                                                   | Włodawa                                   |             |
| 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 $A_H$ :                                    | 3977,9                                    | m²          |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :                                        | 10033,6                                   | m³          |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 123168                                    | W           |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 64084                                     | W           |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 183547                                    | W           |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0                                         | W           |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 183547                                    | W           |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |                                           |             |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 46,1                                      | W/m²        |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 18,3                                      | W/m³        |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |                                           |             |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 1270,6                                    | m³/h        |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$ :                           |                                           | m³/h        |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :                         |                                           | m³/h        |
| Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :                                      |                                           | m³/h        |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :                           |                                           | m³/h        |
| Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :                                        |                                           | m³/h        |
| Średnia liczba wymian powietrza $n$ :                                     | 0,5                                       |             |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 4788,3                                    | m³/h        |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -20,0                                     | °C          |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |                                           |             |
| Stacja meteorologiczna:                                                   | Włodawa                                   |             |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |                                           |             |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :                  | 6450,8                                    | m³/h        |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 1017,95                                   | GJ/rok      |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :                       | 282763                                    | kWh/rok     |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 3978                                      | m²          |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :                                        | 10033,6                                   | m³          |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :                            | 255,9                                     | MJ/(m²·rok) |

Wyniki - Ogólne

|                                                                    |                    |       |                           |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EA <sub>H</sub> :  | 71,1  | kWh/(m <sup>2</sup> ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EV <sub>H</sub> :  | 101,5 | MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie                              | EV <sub>H</sub> :  | 28,2  | kWh/(m <sup>3</sup> ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu:                                       |                    |       |                           |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ <sub>min</sub> :        |                    | 4,0   | K                         |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: |                    |       |                           |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ <sub>j,u</sub>                       |                    |       |                           |
| Minimalna temperatura dyżurna θ <sub>j,u</sub> :                   |                    | 16    | °C                        |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich                        |                    |       |                           |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane:                            |                    | Tak   |                           |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:                         |                    | Tak   |                           |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:                   |                    | Nie   |                           |
| Domyślne dane do obliczeń:                                         |                    |       |                           |
| Typ budynku:                                                       | Jednorodzinny      |       |                           |
| Typ konstrukcji budynku:                                           | Ciężka             |       |                           |
| Typ systemu ogrzewania w budynku:                                  | Konwekcyjne        |       |                           |
| Oslabienie ogrzewania:                                             | Bez osłabienia     |       |                           |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach:                                | Indywidualna reg.  |       |                           |
| Stopień szczelności obudowy budynku:                               | Użytkownika        |       |                           |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n <sub>50</sub> :                 | 3,5                | 1/h   |                           |
| Klasa osłonięcia budynku:                                          | Średnie osłonięcie |       |                           |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji:                                |                    |       |                           |
| System wentylacji:                                                 | Naturalna          |       |                           |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ <sub>su</sub> :                |                    |       | °C                        |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ <sub>c</sub> :             | 20,0               |       | °C                        |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:                |                    |       |                           |
| Temperatura dopływającego powietrza θ <sub>ex,rec</sub> :          | 20,0               |       | °C                        |
| Projektowa sprawność rekuperacji η <sub>recup</sub> :              | 70,0               |       | %                         |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η <sub>E,recup</sub> :              | 49,0               |       | %                         |
| Projektowy stopień recyrkulacji η <sub>recir</sub> :               |                    |       | %                         |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η <sub>E,recir</sub> :               |                    |       | %                         |
| Geometria budynku:                                                 |                    |       |                           |
| Rzędna poziomu terenu:                                             | -1,30              |       | m                         |
| Domyślna rzędna podłogi L <sub>f</sub> :                           | 0,00               |       | m                         |
| Rzędna wody gruntowej:                                             | -5,00              |       | m                         |
| Domyślna wysokość kondygnacji H:                                   | 3,00               |       | m                         |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H <sub>i</sub> :       | 2,70               |       | m                         |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A <sub>g</sub> :               | 889,92             |       | m <sup>2</sup>            |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P <sub>g</sub> :    | 173,98             |       | m                         |
| Obrót budynku:                                                     | Bez obrotu         |       |                           |
| Statystyka budynku:                                                |                    |       |                           |
| Liczba kondygnacji:                                                | 6                  |       |                           |
| Liczba stref budynku:                                              | 1                  |       |                           |
| Liczba grup pomieszczeń:                                           | 6                  |       |                           |
| Liczba pomieszczeń:                                                | 223                |       |                           |

Bilans energii cieplnej - W sezonie



| Bil | Miesiąc     | L <sub>d,m</sub><br>dni | T <sub>em,m</sub><br>°C | Q <sub>d</sub><br>GJ/rok | Q <sub>i,w</sub><br>GJ/rok | Q <sub>g</sub><br>GJ/rok | Q <sub>ve</sub><br>GJ/rok | η <sub>H,gm</sub> | Q <sub>sol</sub><br>GJ/rok | Q <sub>int</sub><br>GJ/rok | Q <sub>H,nd</sub><br>GJ/rok | C <sub>m</sub><br>kJ/K | H <sub>tr,adj</sub><br>W/K | H <sub>ve,adj</sub><br>W/K | τ <sub>H</sub><br>h | a <sub>H</sub> | γ <sub>H,m</sub> | γ <sub>H,lim</sub> | f <sub>H,m</sub> | L <sub>H,m</sub><br>h |
|-----|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| ■   | Styczeń     | 31                      | -2,5                    | 161,83                   | 7,41                       | 0,00                     | 147,63                    | 0,997             | 28,74                      | 72,45                      | 215,94                      | 1034252,4              | 2658,6                     | 2226,5                     | 59                  | 4,92           | 0,319            | 1,203              | 1,000            | 744                   |
| ■   | Luty        | 28                      | -3,4                    | 152,24                   | 6,86                       | 0,00                     | 152,84                    | 0,997             | 33,94                      | 65,44                      | 212,81                      | 1034252,4              | 2668,1                     | 2221,3                     | 59                  | 4,92           | 0,319            | 1,203              | 1,000            | 672                   |
| ■   | Marzec      | 31                      | 2,8                     | 122,26                   | 6,19                       | 0,00                     | 116,96                    | 0,970             | 67,50                      | 72,45                      | 109,73                      | 1034252,4              | 2578,2                     | 2293,9                     | 59                  | 4,93           | 0,570            | 1,203              | 1,000            | 744                   |
| ■   | Kwiecień    | 30                      | 7,9                     | 81,47                    | 4,93                       | 0,00                     | 87,45                     | 0,773             | 101,84                     | 70,11                      | 40,86                       | 1034252,4              | 3193,6                     | 9121,8                     | 23                  | 2,56           | 0,989            | 1,391              | 0,993            | 715                   |
| ■   | Maj         | 31                      | 13,3                    | 43,87                    | 3,94                       | 0,00                     | 56,22                     | 0,539             | 115,37                     | 72,45                      | 2,88                        | 1034252,4              | 1820,5                     | 2028,1                     | 75                  | 5,98           | 1,805            | 1,167              | 0,000            | 0                     |
| ■   | Czerwiec    | 30                      | 16,6                    | 18,62                    | 3,16                       | 0,00                     | 37,14                     | 0,298             | 126,46                     | 70,11                      | 0,31                        | 1034252,4              | 385,89                     | 2078,4                     | 117                 | 8,77           | 3,337            | 1,114              | 0,000            | 0                     |
| ■   | Lipiec      | 31                      | 18,4                    | 5,80                     | 2,92                       | 0,00                     | 26,73                     | 0,175             | 129,92                     | 72,45                      | 0,06                        | 1034252,4              | -3367                      | 2092,3                     | 41                  | 3,74           | 5,710            | 1,268              | 0,000            | 0                     |
| ■   | Sierpień    | 31                      | 17,2                    | 14,76                    | 3,22                       | 0,00                     | 33,67                     | 0,281             | 110,82                     | 72,45                      | 0,23                        | 1034252,4              | -287,8                     | 2083,7                     | 160                 | 11,66          | 3,549            | 1,086              | 0,000            | 0                     |
| ■   | Wrzesień    | 30                      | 12,9                    | 45,35                    | 4,04                       | 0,00                     | 58,53                     | 0,660             | 83,30                      | 70,11                      | 6,63                        | 1034252,4              | 1901,9                     | 2017,5                     | 73                  | 5,89           | 1,422            | 1,170              | 0,106            | 76                    |
| ■   | Październik | 31                      | 8,1                     | 82,69                    | 5,21                       | 0,00                     | 86,30                     | 0,874             | 63,96                      | 72,45                      | 54,96                       | 1034252,4              | 1576,2                     | -4799                      | 41                  | 3,74           | 0,783            | 1,268              | 1,000            | 744                   |
| ■   | Listopad    | 30                      | 0,8                     | 132,76                   | 6,58                       | 0,00                     | 128,53                    | 0,995             | 28,11                      | 70,11                      | 170,12                      | 1034252,4              | 2616,7                     | 2256,7                     | 59                  | 4,93           | 0,367            | 1,203              | 1,000            | 720                   |
| ■   | Grudzień    | 31                      | -1,1                    | 151,38                   | 7,15                       | 0,00                     | 139,53                    | 0,997             | 22,42                      | 72,45                      | 203,41                      | 1034252,4              | 2642,5                     | 2236,6                     | 59                  | 4,93           | 0,318            | 1,203              | 1,000            | 744                   |
| ■   | W sezonie   | 365                     | 7,7                     | 1013,01                  | 61,60                      | 0,00                     | 1071,51                   | 0,639             | 912,37                     | 853,04                     | 1017,95                     | 1034252,4              | 2837,7                     | 4164,3                     | 41                  | 3,74           |                  | 1,268              |                  | 5159                  |



Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                                  | D                         | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $c_p$     | R                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                                         | m                         |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| <b>COKÓŁ</b>                                                                            | Ściana zewnętrzna         |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                              | 0,2400                    | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| STYR-0,036                                                                              | 0,0700                    | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 1,944               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 2,730               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,366               |
| <b>DASZEK</b>                                                                           | Stropodach niewentylowany |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| STYR-0,036                                                                              | 0,1100                    | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 3,056               |
| STR-ŻER-24                                                                              | 0,2400                    | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,100               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 3,376               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,296               |
| <b>PG</b>                                                                               | Podłoga w piwnicy 13,0 cm |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłożu: PIWN                                                               |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 2,50 m                            |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,20 m                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                               | 0,0300                    | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,029               |
| GRUZOBETON                                                                              | 0,1000                    | Gruzobeton.                              | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 2,000               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 2,129               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,470               |
| <b>PIWN</b>                                                                             | Ściana zewnętrzna         |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Podłoga przyległa do ściany: PG                                                         |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,20 m                           |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                              | 0,2400                    | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| STYR-0,036                                                                              | 0,0700                    | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 1,944               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 1,310               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 3,870               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,258               |
| <b>STR</b>                                                                              | Strop ciepło do dołu      |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne         |                           |                                          |           |                   |           |                     |
| PAPA-ASF                                                                                | 0,0150                    | Papa asfaltowa.                          | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,083               |
| BET-CHUDY                                                                               | 0,0100                    | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,010               |
| ŻELBET                                                                                  | 0,0500                    | Żelbet.                                  | 1,700     | 2500              | 0,840     | 0,029               |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:       |                           |                                          |           |                   |           | 0,160               |
| Suma oporów ciepła połąci dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:             |                           |                                          |           |                   |           | 0,000               |
| STYR 0_42                                                                               | 0,2500                    | Styropian 0,40                           | 0,042     |                   |           | 5,952               |
| WEŁNA-STR                                                                               | 0,0600                    | Wełna mineralna luzem w stropie poddasza | 0,052     | 60                | 0,750     | 1,154               |
| STR-ŻER-24                                                                              | 0,2400                    | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                               |                           |                                          |           |                   |           | 0,100               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                            |                           |                                          |           |                   |           | 0,090               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                    |                           |                                          |           |                   |           | 7,476               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                          |                           |                                          |           |                   |           | 0,134               |



Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                        | D      | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $C_p$     | R                   |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                               | m      |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| <b>STR LAZ</b> Strop ciepło do dołu                                           |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                     | 0,0400 | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,038               |
| STYR05                                                                        | 0,0100 | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,050     | 30                | 1,460     | 0,200               |
| STR-ŻER-24                                                                    | 0,2400 | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| STYR05                                                                        | 0,0200 | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,050     | 30                | 1,460     | 0,400               |
| STYR-0,036                                                                    | 0,1200 | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 3,333               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |        |                                          |           |                   |           | 4,491               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |        |                                          |           |                   |           | 0,223               |
|                                                                               |        |                                          |           |                   |           |                     |
| <b>STR POK</b> Strop ciepło do dołu                                           |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                     | 0,0350 | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,033               |
| PŁYT-PIL-P                                                                    | 0,0125 | Płyty pilśniowe porowate.                | 0,050     | 300               | 2,510     | 0,250               |
| PAPA-ASF                                                                      | 0,0025 | Papa asfaltowa.                          | 0,180     | 1000              | 1,460     | 0,014               |
| STR-ŻER-24                                                                    | 0,2400 | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.    |           | 1251              | 0,922     | 0,180               |
| PŁYT-PIL-P                                                                    | 0,0200 | Płyty pilśniowe porowate.                | 0,050     | 300               | 2,510     | 0,400               |
| STYR-0,036                                                                    | 0,1200 | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 3,333               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,170               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |        |                                          |           |                   |           | 4,551               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |        |                                          |           |                   |           | 0,220               |
|                                                                               |        |                                          |           |                   |           |                     |
| <b>SW</b> Ściana wewnętrzna                                                   |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |        |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-KK10                                                                    | 0,2400 | Beton z kruszywa keramzytowego - gęstość | 0,390     | 1000              | 0,840     | 0,615               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |        |                                          |           |                   |           | 0,875               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |        |                                          |           |                   |           | 1,142               |
|                                                                               |        |                                          |           |                   |           |                     |
| <b>SWL</b> Ściana wewnętrzna                                                  |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |        |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK8                                                                    | 0,0600 | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,380     | 800               | 0,840     | 0,158               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |        |                                          |           |                   |           | 0,418               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |        |                                          |           |                   |           | 2,393               |
|                                                                               |        |                                          |           |                   |           |                     |
| <b>SZ-O</b> Ściana zewnętrzna                                                 |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |        |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK5                                                                    | 0,2400 | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,960               |
| STYR-0,036                                                                    | 0,2000 | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 5,556               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                     |        |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |        |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:          |        |                                          |           |                   |           | 6,686               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                |        |                                          |           |                   |           | 0,150               |
|                                                                               |        |                                          |           |                   |           |                     |
| <b>SZ-S</b> Ściana zewnętrzna                                                 |        |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne    |        |                                          |           |                   |           |                     |
| ŻELBET                                                                        | 0,2400 | Żelbet.                                  | 1,700     | 2500              | 0,840     | 0,141               |
| BETON-BBK5                                                                    | 0,1200 | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,480               |

Wyniki - Przegrody

| Symbol                                                                            | D                          | Opis materiału                           | $\lambda$ | $\rho$            | $c_p$     | R                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                                                                   | m                          |                                          | W/(m·K)   | kg/m <sup>3</sup> | kJ/(kg·K) | m <sup>2</sup> ·K/W |
| STYR-0,036                                                                        | 0,2000                     | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 5,556               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |                            |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                      |                            |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:              |                            |                                          |           |                   |           | 6,347               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                    |                            |                                          |           |                   |           | 0,158               |
|                                                                                   |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| SZW                                                                               | Ściana zewnętrzna          |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne        |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| BETON-BBK5                                                                        | 0,2400                     | Ściana z bloczków z betonu komórkowego o | 0,250     | 500               | 0,840     | 0,960               |
| STYR-0,036                                                                        | 0,2000                     | Styropian ułożony szczelnie.             | 0,036     | 30                | 1,460     | 5,556               |
| Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |                            |                                          |           |                   |           | 0,130               |
| Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:                      |                            |                                          |           |                   |           | 0,040               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:              |                            |                                          |           |                   |           | 6,686               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                    |                            |                                          |           |                   |           | 0,150               |
|                                                                                   |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| WIAROLAP                                                                          | Podłoga na gruncie 13,0 cm |                                          |           |                   |           |                     |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne       |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Ściana przy podłodze: SZW                                                         |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 3,70 m                      |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh}$ = m i długości $D_h$ = m           |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv}$ = m i długości $D_v$ = m           |                            |                                          |           |                   |           |                     |
| BET-CHUDY                                                                         | 0,0300                     | Podkład z betonu chudego.                | 1,050     | 1900              | 0,840     | 0,029               |
| GRUZOBETON                                                                        | 0,1000                     | Gruzobeton.                              | 1,000     | 1900              | 0,840     | 0,100               |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]: |                            |                                          |           |                   |           | 2,000               |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:              |                            |                                          |           |                   |           | 2,129               |
| Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                    |                            |                                          |           |                   |           | 0,470               |