



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

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

### **BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY ŻEROMSKIEGO 20, WŁODAWA**

|                  |  |
|------------------|--|
| Adres budynku    | ulica: Żeromskiego 20<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  |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>  |  |  |  |
| 1.1   | <b>Rodzaj budynku</b>  | mieszkalny wielorodzinny   | 1.2. <b>Rok budowy</b> 1978  |
| 1.3.  | Właściciel lub zarządca<br><small>(Nazwa lub imię i nazwisko, adres)</small>   | Spółdzielnia Mieszkaniowa<br>ul. Przechodnia 22<br>kod 22-200 Włodawa<br>tel. +48 82 572 12 26 | 1.4. Adres budynku<br>ul. Żeromskiego 20<br>kod 22-200 Włodawa<br>powiat włodawski<br>woj. lubelskie |
| <b>2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt</b><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: kape@kape.gov.pl www.kape.gov.pl |  |  |  |
| <b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b><br>mgr inż. Marta Sikorska<br>tel. +48 22 626 09 10, fax. +48 22 626 09 11 msikorska@kape.gov.pl                       |  |  |  |
| <b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje</b>  |  |  |  |
| Lp.   | Imię i nazwisko  | Zakres udziału w opracowaniu audytu  | Posiadane kwalifikacje<br>(ew. uprawnienia)  |
| 1.  | Marta Sikorska   | obliczenia OZC, optymalizacja  |  |
| 2.  | Ilona Wojdyła  | obliczenia OZC, optymalizacja  |  |
| 3.  | Piotr Krysik   | obliczenia OZC, optymalizacja  |  |
| 4.  | Dariusz Koc  | obliczenia OZC, optymalizacja  |  |
| <b>5. Miejscowość</b> Warszawa  |  | <b>Data wykonania opracowania</b> 2019-01-04   |  |
| <b>6. Spis treści</b>   |  |  |  |
|   |  |  | str  |
| 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   |  | 13   |
| 6.  | Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych   |  | 14   |
| 7.  | Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego  |  | 15   |
| 8.  | Opis wariantu optymalnego  |  | 32   |



| <b>2. Karta audytu energetycznego budynku *)</b>   |   |  |                           |
|--|---|--|---------------------------|
| <b>1. Dane ogólne</b>  |   |  |                           |
| 1.   | Konstrukcja/technologia budynku   | ściany nośne o układzie poprzecznym z bl. kanałowych, stropy z płyt kanałowych |                           |
| 2.   | Liczba kondygnacji  | 5  |                           |
| 3.   | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]  | 9 002,70   |                           |
| 4.   | Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]  | 3 576,01   |                           |
| 5.   | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]   | 3 052,00   |                           |
| 6.   | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]  | 524,01   |                           |
| 7.   | Liczba lokali mieszkalnych  | 60   |                           |
| 8.   | Liczba osób użytkujących budynek  | 150  |                           |
| 9.   | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej   | węzeł cieplny, instalacja c.c.w.   |                           |
| 10.  | Rodzaj systemu ogrzewania budynku   | centralne, wodne   |                           |
| 11.  | Współczynnik kształtu A/V [l/m]   | 0,28   |                           |
| 12.  | Inne dane charakteryzujące budynek  | -  |                           |
| <b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>·K]</b>             |   | Stan przed termomodernizacją   | Stan po termomodernizacji |
| 1.   | Ściana zewnętrzna   | 0,492/0,535  | 0,156/0,160               |
| 2.   | Ściana wewnętrzna oddzielająca budynek od obiektu przyległego   | 1,258  | 1,258                     |
| 3.   | Cokół   | 2,761  | 0,434                     |
| 4.   | Stropodach  | 0,151  | 0,151                     |
| 5.   | Stropodach nad wiatrołapami   | 2,365  | 0,287                     |
| 6.   | Strop nad piwnicą   | 1,148  | 0,238                     |
| 7.   | Strop nad piwnicą (loggia)  | 1,338  | 0,468                     |
| 8.   | Podłoga w piwnicy   | 0,325  | 0,325                     |
| 9.   | Okna zewnętrzne (w mieszkaniach)  | 1,400/3,250  | 1,400                     |
| 10.  | Okna w piwnicy  | 4,500  | 1,400                     |
| 11.  | Drzwi balkonowe   | 1,800  | 1,800                     |
| 12.  | Drzwi zewnętrzne  | 3,250  | 1,300                     |
| <b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b> |   |  |                           |
| 1.   | Sprawność wytwarzania   | 0,99   | 0,99                      |
| 2.   | Sprawność przesyłu  | 0,90   | 0,90                      |
| 3.   | Sprawność regulacji i wykorzystania   | 0,82   | 0,89                      |
| 4.   | Sprawność akumulacji  | 1,00   | 1,00                      |
| 5.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia   | 1,00   | 1,00                      |
| 6.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby   | 1,00   | 1,00                      |
| <b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>                           |   |  |                           |
| 1.   | Sprawność wytwarzania   | 0,96   | 0,98                      |
| 2.   | Sprawność przesyłu  | 0,50   | 0,70                      |
| 3.   | Sprawność wykorzystania   | 1,00   | 1,00                      |
| 4.   | Sprawność akumulacji  | 1,00   | 1,00                      |
| <b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>   |   |  |                           |
| 1.   | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)  | naturalna  | naturalna                 |
| 2.   | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza  | okna, kominy   | okna, kominy              |
| 3.   | Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]   | 5 842,80   | 5 842,80                  |
| 4.   | Krotność wymian powietrza [1/h]   | 0,65   | 0,65                      |
| <b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>   |   |  |                           |
| 1.   | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]  | 210,03   | 172,22                    |
| 2.   | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]  | 98,82  | 98,82                     |
| 3.   | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]             | 1 355,87   | 931,74                    |
| 4.   | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1 855,78   | 1 174,97                  |
| 5.   | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]  | 633,37   | 440,87                    |

|  |  |  |           |
|--|--|--|-----------|
| 5.   | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]   | 633,37   | 440,87    |
| 6.   | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | 1636,60  | -         |
| 7.   | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                   | 600,10   | -         |
| 8.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]        | 123,40   | 84,80     |
| 9.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]         | 168,90   | 106,94    |
| 10.  | Udział odnawialnych źródeł energii [%]   | 0,00   | 0,00      |
| <b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>                           |  |  |           |
| 1.   | Koszt za 1 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> ]   | 23,12  | 12,16     |
| 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)]   | 5,10   | 3,51      |
| 6.   | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]  | -  | -         |
| 7.   | Inne [zł]  | -  | -         |
| <b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b> |  |  |           |
| Planowana kwota kredytu [zł]   | n.d.   | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 35,06     |
| Planowane koszty całkowite [zł]  | 1 140 673,19   | Premia termomodernizacyjna [zł]                    | n.d.      |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]  |  |  | 76 512,19 |

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

#### **3.1. Dokumentacja projektowa:**

- inwentaryzacja budynku, projekt techniczny konstrukcyjny, projekt techniczny regulacji instalacji centralnego ogrzewania

#### **3.2. Inne dokumenty**

#### **3.3. Osoby udzielające informacji**

- Krzysztof Kot

#### **3.4. Data wizji lokalnej**

- 2018-12-07

#### **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 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów –Dz.U. Nr 223, poz.1459 z późn. zm.
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 17.03.2009r.
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 03.09.2015r.
4. Polska Norma PN-EN-ISO-6946 – „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późn. zm.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
7. Polska Norma PN-B-03430:1983 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.
8. Polska Norma PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
9. Polska Norma PN- EN ISO 13790:2008 – „Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia ”
10. Program komputerowy „Audytor OZ 6.9 Pro” do obliczania sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków.
11. Wizje lokalne i wywiady z administracją budynku.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

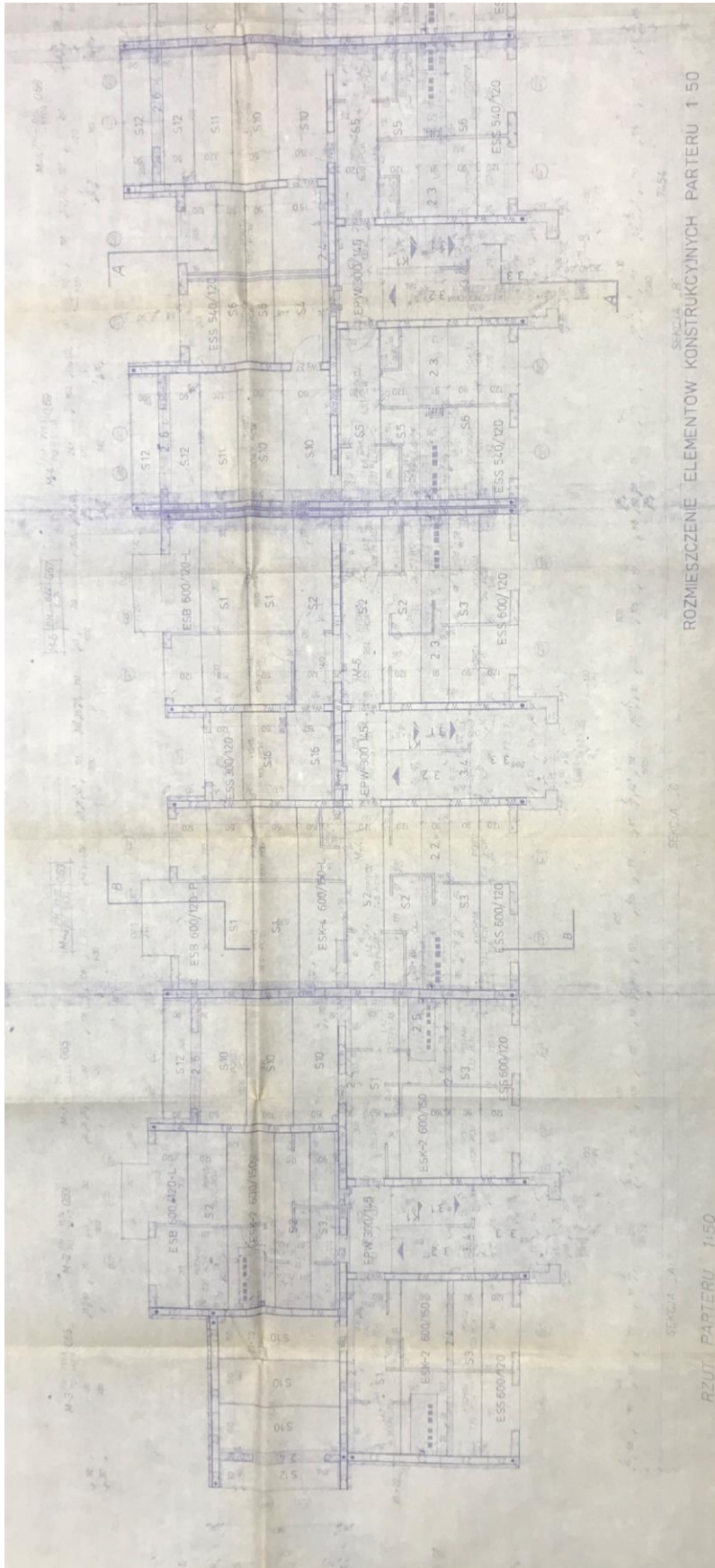
##### 4.a. Ogólne dane o budynku

|                              |  |  |           |
|------------------------------|--|--|-----------|
| <b>Identyfikator budynku</b> | Budynek mieszkalny wielorodzinny               |  |           |
| <b>Własność</b>              | prywatna                                       | spółdzielcza <input checked="" type="checkbox"/>                   | publiczna |
| <b>Przeznaczenie budynku</b> | mieszkalny <input checked="" type="checkbox"/> | mieszk-usługowy  | inny      |
| <b>Adres</b>                 | 22-200 Włodawa, ul. Żeromskiego 20             |  |           |
| <b>Budynek</b>               | wolnostojący                                   | segment w zabudowie szeregowej                                     |           |
|                              | zabudowa bliźniacza                            | blok mieszkalny, wielorodzinny <input checked="" type="checkbox"/> |           |

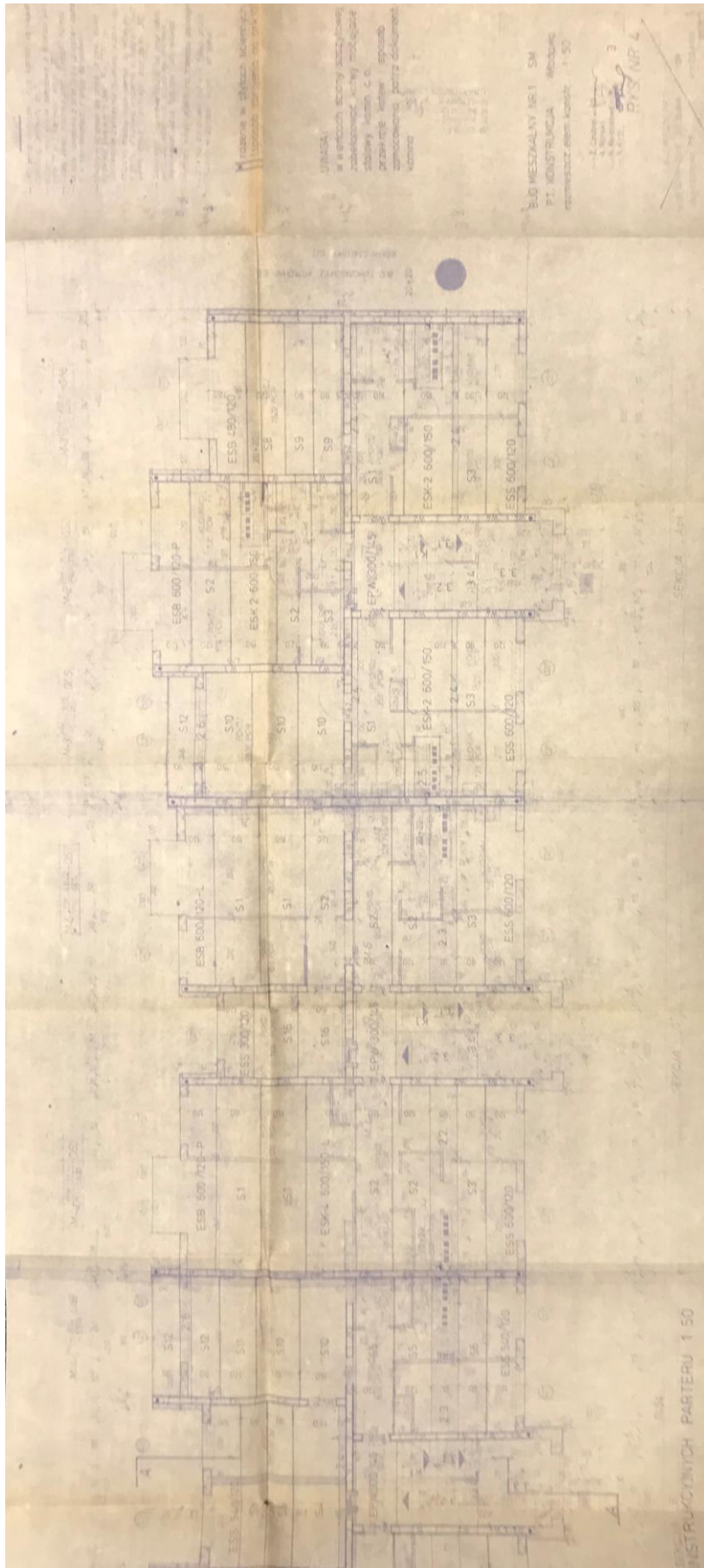
|                            |  |           |                        |                                    |           |
|----------------------------|--|-----------|------------------------|------------------------------------|-----------|
| <b>Rok budowy</b>          | 1987   |           | <b>Rok zasiedlenia</b> |                                    |           |
| <b>Technologia budynku</b> | UW-2Ż-cegła żerańska   |           | RWB BSK                | RBM-73 RWP-75                      |           |
| PBU-59 PBU-62              | UW 2-J   | WUF-62    | WUF-T OWT-67           | OWT-75 "Szczecin"                  |           |
| W-70 Wk-70                 | SBM-75   | ZSBO      | "Stolica" monolit      | tradycyjna ramowa                  |           |
| szkieletowa                | <b>inna, jaka:</b> Uprzemysłowiona, wieloblokowa z zastosowaniem elementów prefabrykowanych kanałowych |           |                        |                                    |           |
| 1                          | Powierzchnia zabudowana [m <sup>2</sup> ]  | 872,00    | 7                      | Liczba kondygnacji nadziemnych     | 5         |
| 2                          | Kubatura budynku [m <sup>3</sup> ]   | 14 207,00 | 8                      | Liczba kondygnacji podziemnych     | 1         |
| 3                          | Kubatura ogrzewanej części budynku [m <sup>3</sup> ]   | 9 002,70  | 9                      | Wysokość kondygnacji w świetle [m] | 2,30/2,55 |
| 4                          | Powierzchnia użytkowa ogrzewana [m <sup>2</sup> ]  | 3 052,00  | 10                     | Liczba użytkowników                | 150       |
| 5                          | Powierzchnia nieużytkowa ogrzewanej części budynku [m <sup>2</sup> ]                                   | 524,0     |                        |                                    |           |
| 6                          | Budynek podpiwniczony  | tak       |                        |                                    |           |



4.b. Szkic budynku



Rzut parteru - część południowa budynku



Rzut parteru - część północna

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

Budynek jest obiektem składającym się z pięciu kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej. Obiekt został wzniesiony w technologii uprzemysłowionej, wielkoblokowej. 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. 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  $U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . 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 przeszklone, ramy PVC. Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych ustalono na  $U = 3,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Drzwi nieszczelne w złym stanie technicznym.

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

| Lp. | Opis                             | Pow. całk.<br>m <sup>2</sup> | Pow. do obl. strat<br>ciepła m <sup>2</sup> | U <sub>k</sub><br>W/(m <sup>2</sup> ·K) |
|-----|----------------------------------|------------------------------|---|---|
| 1.  | Ściana zewnętrzna konstrukcyjna  | 562,94                       | 562,94                                      | 0,535                                   |
| 2.  | Ściana zewnętrzna osłonowa       | 1 569,99                     | 1 537,99                                    | 0,492                                   |
| 4.  | Cokół                            | 319,95                       | 121,17                                      | 2,761                                   |
| 5.  | Stropodach                       | 837,89                       | 837,89                                      | 0,151                                   |
| 6.  | Stropodach nad wiatrołapem       | 22,41                        | 22,41                                       | 2,365                                   |
| 7.  | Strop nad piwnicą (loggia)       | 18,29                        | 18,29                                       | 1,338                                   |
| 8.  | Strop nad piwnicą                | 787,56                       | 787,56                                      | 1,148                                   |
| 9.  | Okna zewnętrzne (w mieszkaniach) | 567,00                       | 567,00                                      | 1,400                                   |
| 10. | Okna zewnętrzne w piwnicy        | 22,05                        | 22,05                                       | 4,500                                   |
| 11. | Okna zewnętrzne wiatrołap        | 2,10                         | 2,10  | 3,250                                   |
| 12. | Okna zewnętrzne klatka schodowa  | 39,00                        | 39,00                                       | 1,400                                   |
| 13. | Drzwi zewnętrzne                 | 10,1                         | 10,1  | 3,250                                   |
| 14. | Drzwi zewnętrzne balkonowe       | 93,5                         | 93,5  | 1,800                                   |

## 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych   |                                     | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|-------------------------------------|---------------------------|
| 1.  | Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)   | $q_{moc}$ [kW]                      | 210,03                    |
| 2.  | Zamówiona moc cieplna (dla c.o.)  | $q$ [kW]                            | 273,50                    |
| 3.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | $Q_H$ [GJ]                          | 1 355,87                  |
| 4.  | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła  | $E=Q_H/V$<br>[kWh/m <sup>3</sup> a] | 41,84                     |
| 5.  | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania  | $Q_s$ [GJ]                          | 1 855,78                  |
| 6.  | Taryfa opłat (bez VAT)  |                                     |                           |
|     | opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie   | PLN/MW                              | 15 062,69                 |
|     | opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika  | PLN/GJ                              | 52,69                     |
|     | opłata abonamentowa miesięcznie   | PLN                                 | 0                         |

## 4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych  | Dane w stanie istniejącym   |                    |
|-----|--|---|--------------------|
| 1.  | Typ instalacji   | wodna, pompowa, z dolnym rozdziałem czynnika grzejącego               |                    |
| 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.  | Oslonięcie grzejników                                  | nieosłonięte  |                    |
| 6.  | Zawory termostatyczne                                  | zainstalowano   |                    |
| 7.  | Sprawności składowe systemu grzewczego                 | $\eta_g$ 0,99<br>$\eta_d$ 0,90<br>$\eta_e$ 0,82<br>$\eta_s$ 1,00      | $\eta_{co} = 0,73$ |
| 8.  | Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę | 7/24  |                    |
| 9.  | Modernizacja instalacji                                | wymienione grzejniki i zamontowane TZG                                |                    |

## 4.f. 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 | 100,17   |

## 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych                                       | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1.  | Rodzaj wentylacji                                   | naturalna                 |
| 2.  | Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h | 5 842,80                  |

## 4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w 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 okiennej w piwnicy i wiatrołapach;
- wymiana stolarki drzwiowej, uszczelnienie drzwi;
- ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą.

### **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 zaopatrzenia 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. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości realizacji usprawnień

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego   | Możliwości i sposób poprawy   |
|-----|--|---|
| 1   | 2  | 3   |
| 1.  | <p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/m^2 \cdot K</math>]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ściana zewnętrzna konstrukcyjna <math>U = 0,535</math></li> <li>- Ściana zewnętrzna osłonowa <math>U = 0,492</math></li> <li>- Cokół <math>U = 2,761</math></li> <li>- Stropodach nad wiatrołapem <math>U = 2,365</math></li> <li>- Strop nad piwnicą (loggia) <math>U = 1,338</math></li> </ul>  | <p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne. Parametry przegród po dociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla ścian zewnętrznych <math>U \leq 0,20 W/m^2 \cdot K</math></li> <li>- dla cokołu <math>U \leq 0,90 W/m^2 \cdot K</math></li> <li>- dla stropodachu nad wiatrołapem <math>U \leq 0,30 W/m^2 \cdot K</math></li> <li>- dla stropu nad piwnicą (loggia) <math>U \leq 1,00 W/m^2 \cdot K</math></li> </ul> |
|     | <p><b>Przegrody wewnętrzne</b> oddzielające pomieszczenia ogrzewane od przestrzeni i pomieszczeń nieogrzewanych mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/m^2 \cdot K</math>]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strop nad nieogrzewaną piwnicą <math>U = 1,338</math></li> </ul>   | <p>Należy docieplić przegrody wewnętrzne oddzielające pomieszczenia nieogrzewane od ogrzewanych. Parametry przegród po ociepleniu powinny spełniać (minimum) następujące warunki zgodnie z WT2021:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla stropu nad nieogr. piwnicą <math>U \leq 0,25 W/m^2 \cdot K</math></li> </ul>  |
| 2.  | <p><b>Okna</b> w dość dobrym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Okna zewnętrzne (w mieszka: <math>U = 1,40 W/(m^2 \cdot K)</math></li> <li>- Okna zewnętrzne w piwnicy <math>U = 4,50 W/(m^2 \cdot K)</math></li> <li>- Okna zewnętrzne wiatrołap <math>U = 3,25 W/(m^2 \cdot K)</math></li> <li>- Okna zewnętrzne klatka schodowa <math>U = 1,40 W/(m^2 \cdot K)</math></li> </ul> <p><b>Drzwi</b> z ram stalowych o wsp. przenikania ciepła <math>U = 4,50 W/(m^2 \cdot K)</math></p> | <p>Zaleca się wymianę okien w piwnicy i wiatrołapie o całkowitym współczynnikiem przenikania ciepła <math>U</math> okna nie większym niż <math>1,4 W/(m^2 \cdot K)</math>, poprawiając jednocześnie szczelność montażu.</p> <p>Wymiana drzwi na takie o współczynniku <math>U</math> nie większym niż <math>1,3 W/(m^2 \cdot K)</math>.</p>   |
| 3.  | <p><b>System grzewczy</b><br/>Instalacja wewnętrzna typu tradycyjnego o wysokiej sprawności regulacji i przesyłu ciepła. Wysokie koszty ogrzewania spowodowane doбором 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., podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.</p>  |
| 4.  | <p><b>System przygotowania ciepłej wody użytkowej</b><br/>Instalacja typu tradycyjnego o niskiej sprawności wytwarzania, akumulacji i przesyłu spowodowanej odległością źródła ciepła od odbiorców końcowych.</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>   |

## 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   | 2  | 3   |
| 1.  | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne  | Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda lekka mokra - warstwa styropianu lub wełny mineralnej o odpowiedniej grubości  |
| 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.  | Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stolarkę okienną w piwnicy i wiatrołapach oraz drzwi zewnętrzne | Wymiana okien i 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., podzielników kosztów ogrzewania na grzejnikach.   |
| 6.  | Zmniejszenie strat na przesyle ciepłej wody użytkowej  | 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. |

**Uwaga:**

- Wykonanie wszystkich prac powinno być poprzedzone wykonaniem w niezbędnym zakresie odpowiednich, szczegółowych technicznych projektów wykonawczych, zarówno w zakresie budowlanym, jak i instalacyjnym, które stanowią będą 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.
- Odbiory wszystkich zrealizowanych prac powinny przebiegać zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa, norm i dobrych praktyk.

## 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 drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepła i ciepłej wody użytkowej.
- 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 termo-modernizacji | jedn.              |             |
|------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| $t_{wo}$         | temp. w pomieszczeniach mieszkalnych | 20,0             | 20,0                  | $^{\circ}\text{C}$ |             |
| $t_{wkl}$        | temp. w klatkach schodowych          | 8,0              | 8,0                   | $^{\circ}\text{C}$ |             |
| $t_{wp}$         | temp. w piwnicy                      | 3,6              | 3,6                   | $^{\circ}\text{C}$ |             |
| $t_{zo}$         |                                      | -20,0            | -20,0                 | $^{\circ}\text{C}$ |             |
| $S_d^*$          | liczba stopniodni - mieszkalne       | 3 916,90         | 3 916,90              | dzień-K/rok        |             |
|                  | liczba stopniodni - klatka schodowa  | 2 741,83         | 2 741,83              | dzień-K/rok        |             |
|                  | liczba stopniodni -<br>piwnica       | cokół            | 2 310,39              | 2 310,39           | dzień-K/rok |
|                  |                                      | strop            | 1 606,51              | 1 606,51           | dzień-K/rok |
| $O_{0m}, O_{1m}$ | opłata stała za moc                  | 15 062,69        | 11 964,53             | PLN/(MW·mc)        |             |
| $O_{0z}, O_{1z}$ | opłata stała na ciepło               | 52,69            | 44,26                 | PLN/GJ             |             |
| $A_{b0}, A_{b1}$ | opłata abonamentowa                  | 0                | 0                     | PLN/m-c            |             |

\* liczbę stopniodni przyjęto jak dla stacji meteorologicznej Włodawa



| 7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |  |                    |                 | Przegroda                       |            |                    |            |
|---|--|--------------------|-----------------|---------------------------------|------------|--------------------|------------|
|   |  |                    |                 | Ściana zewnętrzna konstrukcyjna |            |                    |            |
| <b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat <b>A</b> = 562,94 m <sup>2</sup><br>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <b>A<sub>kosz</sub></b> = 562,94 m <sup>2</sup>  |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>  |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . 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 od 2021 roku $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1   |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2   |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| Lp.   | Omówienie  | Jedn.              | Stan istniejący | Warianty                        |            |                    |            |
|   |  |                    |                 | 1                               | 2          | 3                  |            |
| 1.  | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;  | m                  |                 | 0,16                            | 0,18       | 0,20               |            |
| 2.  | Opór cieplny R   | m <sup>2</sup> K/W | 1,87            | 5,15                            | 5,71       | 6,26               |            |
| 3.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                            | GJ/a               | 101,9           | 37,0                            | 33,4       | 30,4               |            |
| 4.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                         | MW                 | 0,012           | 0,004                           | 0,004      | 0,004              |            |
| 5.  | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | PLN/a              |                 | 5 283                           | 5 504      | 5 685              |            |
| 6.  | Cena jednostkowa usprawnienia  | PLN/m <sup>2</sup> |                 | 272                             | 279        | 285,9948           |            |
| 7.  | Koszt całkowity usprawnienia $N_U$   | PLN                |                 | 153 119,7                       | 157 060,3  | 160 997,9          |            |
| 8.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$   | lata               |                 | 29,0                            | 28,5       | 28,3               |            |
| 9.  | $U_0, U_1$   | W/m <sup>2</sup> K | 0,535           | 0,194                           | 0,175      | 0,160              |            |
| 10.   | $U_0$ , po zdjęciu warstwy izolacyjnej   | W/m <sup>2</sup> K | 1,418           | -                               | -          | -                  |            |
| 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.   |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| <b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>  |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| 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. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. |  |                    |                 |                                 |            |                    |            |
| <b>Wybrany wariant :</b> 3  |  |                    |                 | <b>Koszt :</b> 160 997,91       | <b>PLN</b> | <b>SPBT=</b> 28,32 | <b>lat</b> |

| 7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie   |   |  |   | Przegroda                     |            |            |
|--|---|--|---|-------------------------------|------------|------------|
|  |   |  |   | Ściana zewnętrzna osłonowa    |            |            |
| <b>Dane:</b>   |   | powierzchnia przegrody do obliczania strat               | <b>A</b> = 1 537,99 m <sup>2</sup>                |                               |            |            |
|  |   | powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | <b>A<sub>kosz</sub></b> = 1 569,99 m <sup>2</sup> |                               |            |            |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>   |   |  |   |                               |            |            |
| Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynnika 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 o 2 cm większej niż w wariantcie 1  |   |  |   |                               |            |            |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2  |   |  |   |                               |            |            |
| Lp.  | Omówienie   | Jedn.  | Stan istniejący                                   | Warianty                      |            |            |
|  |   |  |   | 1                             | 2          | 3          |
| 1.   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;   | m  |   | 0,16                          | 0,18       | 0,20       |
| 2.   | Opór cieplny R  | m <sup>2</sup> K/W                                       | 2,03  | 5,31                          | 5,87       | 6,42       |
| 3.   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                               | GJ/a   | 256,1   | 98,0                          | 88,7       | 81,0       |
| 4.   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                                | MW   | 0,030   | 0,012                         | 0,010      | 0,010      |
| 5.   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | PLN/a  |   | 12 966                        | 13 534     | 14 004     |
| 6.   | Cena jednostkowa usprawnienia   | PLN/m <sup>2</sup>                                       |   | 292                           | 299        | 305,9964   |
| 7.   | Koszt całkowity usprawnienia $N_U$  | PLN  |   | 458 437,08                    | 469 427,01 | 480 411,29 |
| 8.   | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata   |   | 35,36                         | 34,68      | 34,31      |
| 9.   | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> K                                       | 0,492   | 0,188                         | 0,170      | 0,156      |
| 10.  | $U_0$ , po zdjęciu warstwy izolacyjnej  | W/m <sup>2</sup> K                                       | 1,152   | -                             | -          | -          |
| <p>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.</p> <p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>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.</p> |   |  |   |                               |            |            |
| <b>Wybrany wariant :</b> 3 <b>Koszt :</b> 480 411,29 <b>PLN</b>  |   |  |   | <b>SPBT=</b> 34,31 <b>lat</b> |            |            |

| 7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie   |   |                             | Przegroda       |                                      |           |           |
|--|---|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|  |   |                             | Cokół           |                                      |           |           |
| <p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 121,17 \text{ m}^2</math><br/>                     powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: <math>A_{\text{kosz}} = 319,95 \text{ m}^2</math></p>   |   |                             |                 |                                      |           |           |
| <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Przewiduje się ocieplenie metodą bezspoinową z użyciem odpowiedniej warstwy izolacyjnej o współczynnika przewodności <math>\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}</math>. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła <math>U \leq 0,90 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}</math><br/>                     wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1<br/>                     wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>  |   |                             |                 |                                      |           |           |
| Lp.  | Omówienie   | Jedn.                       | Stan istniejący | Warianty                             |           |           |
|  |   |                             |                 | 1                                    | 2         | 3         |
| 1.   | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;   | m                           |                 | 0,03                                 | 0,05      | 0,07      |
| 2.   | Opór cieplny R  | $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ | 0,36            | 1,20                                 | 1,75      | 2,31      |
| 3.   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                        | 66,8            | 20,2                                 | 13,8      | 10,5      |
| 4.   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                              | MW                          | 0,008           | 0,002                                | 0,002     | 0,001     |
| 5.   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | PLN/a                       |                 | 3 707                                | 4 100     | 4 304     |
| 6.   | Cena jednostkowa usprawnienia   | PLN/ $\text{m}^2$           |                 | 268,5                                | 279,5     | 290,5092  |
| 7.   | Koszt całkowity usprawnienia $N_U$  | PLN                         |                 | 85 906,58                            | 89 426,03 | 92 948,42 |
| 8.   | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                        |                 | 23,17                                | 21,81     | 21,60     |
| 9.   | $U_0, U_1$  | $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ | 2,761           | 0,836                                | 0,571     | 0,434     |
| <p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia <math>1 \text{ m}^2</math> 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. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.</p> <p><b>Uwaga</b><br/>                     Przed wykonaniem ocieplenia cokołu należy odsłonić fragment ściany przy gruncie, osuszyć ją, sprawdzić stan izolacji przeciwwodnej i w razie potrzeby wymienić ją. Cokół zaizolować izolacją przeciwwodną, zastosować styropian twady (CS&gt;100) z dodatkami hydrofobowymi na cokole oraz 1m poniżej poziomu gruntu. Wykonać nowe opaski.</p> |   |                             |                 |                                      |           |           |
| <p><b>Wybrany wariant :</b> 3 <b>Koszt :</b> 92 948,42 <b>PLN</b></p>  |   |                             |                 | <p><b>SPBT=</b> 21,60 <b>lat</b></p> |           |           |

| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie   |   |                     |                 | Przegroda               |              |           |                |
|--|---|---------------------|-----------------|-------------------------|--------------|-----------|----------------|
|  |   |                     |                 | Strop nad piwnicą       |              |           |                |
| <b>Dane:</b>   |   |                     |                 | <b>A</b>                | =            | 787,56    | m <sup>2</sup> |
| powierzchnia przegrody do obliczania strat   |   |                     |                 | <b>A<sub>kosz</sub></b> | =            | 787,56    | m <sup>2</sup> |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia   |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>   |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . 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 od 2021 roku $U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1  |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2  |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| Lp.  | Omówienie   | Jedn.               | Stan istniejący | Warianty                |              |           |                |
|  |   |                     |                 | 1                       | 2            | 3         |                |
| 1.   | Grubość warstwy izolacji termicznej;<br>$g=$  | m                   |                 | 0,12                    | 0,14         | 0,16      |                |
| 2.   | Opór cieplny R  | m <sup>2</sup> ·K/W | 0,87            | 4,20                    | 4,76         | 5,32      |                |
| 3.   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                             | GJ/a                | 125,5           | 26,0                    | 23,0         | 20,6      |                |
| 4.   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                          | MW                  | 0,015           | 0,003                   | 0,003        | 0,002     |                |
| 5.   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | PLN/a               |                 | 7 702                   | 7 888        | 8 035     |                |
| 6.   | Cena jednostkowa usprawnienia   | PLN/m <sup>2</sup>  |                 | 112                     | 119          | 126       |                |
| 7.   | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$   | PLN                 |                 | 88 212,08               | 93 719,64    | 99 232,56 |                |
| 8.   | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                |                 | 11,45                   | 11,88        | 12,35     |                |
| 9.   | $U_0, U_1$  | W/m <sup>2</sup> ·K | 1,148           | 0,238                   | 0,210        | 0,188     |                |
| <b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>   |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| 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. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.  |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| <b>Uwaga</b>   |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| W obliczeniach nie uwzględniono wpływu mostków cieplnych spowodowanych połączeniem ścian działowych z warstwą konstrukcyjną stropu oraz mostków spowodowanych zainstalowaniem przewodów instalacyjnych pod stropem, co powoduje zmniejszenie grubości izolacji w tym miejscu (nie zaleca się demontażu rurociągów i przeniesienie ich pod warstwę stropu zaizolowanego). |   |                     |                 |                         |              |           |                |
| <b>Wybrany wariant :</b>   |   | 1                   | <b>Koszt :</b>  | 88 212,08 PLN           | <b>SPBT=</b> | 11,45     | <b>lat</b>     |

| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie   |   |                               |                 | Przegroda                  |          |          |
|--|---|-------------------------------|-----------------|----------------------------|----------|----------|
|  |   |                               |                 | Strop nad piwnicą (loggia) |          |          |
| <p><b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 18,29 \text{ m}^2</math><br/>                     powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 18,29 \text{ m}^2</math></p>   |   |                               |                 |                            |          |          |
| <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b></p> <p>Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła <math>\lambda = 0,036 \text{ W/mK}</math>. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła od 2021 roku <math>U \leq 1,00 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math><br/>                     wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1<br/>                     wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>   |   |                               |                 |                            |          |          |
| Lp.  | Omówienie   | Jedn.                         | Stan istniejący | Warianty                   |          |          |
|  |   |                               |                 | 1                          | 2        | 3        |
| 1.   | Grubość warstwy izolacji termicznej;<br>$g=$  | m                             |                 | 0,01                       | 0,03     | 0,05     |
| 2.   | Opór cieplny R  | $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ | 0,75            | 1,03                       | 1,58     | 2,14     |
| 3.   | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$                               | GJ/a                          | 4,9             | 3,6                        | 2,3      | 1,7      |
| 4.   | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$                            | MW                            | 0,001           | 0,000                      | 0,000    | 0,000    |
| 5.   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | PLN/a                         |                 | 144                        | 220      | 257      |
| 6.   | Cena jednostkowa usprawnienia   | PLN/ $\text{m}^2$             |                 | 74                         | 81       | 88       |
| 7.   | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$   | PLN                           |                 | 1 344,32                   | 1 472,35 | 1 609,49 |
| 8.   | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$  | lata                          |                 | 9,35                       | 6,68     | 6,26     |
| 9.   | $U_0, U_1$  | $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ | 1,338           | 0,975                      | 0,633    | 0,468    |
| <p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia <math>1 \text{ m}^2</math> 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. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.</p> <p><b>Uwaga</b><br/>                     W obliczeniach nie uwzględniono wpływu mostków cieplnych spowodowanych połączeniem ścian działowych z warstwą konstrukcyjną stropu oraz mostków spowodowanych zainstalowaniem przewodów instalacyjnych pod stropem, co powoduje zmniejszenie grubości izolacji w tym miejscu (nie zaleca się demontażu rurociągów i przeniesienie ich pod warstwę stropu zaizolowanego).</p> |   |                               |                 |                            |          |          |
| <p><b>Wybrany wariant : 3      Koszt : 1 609,49 PLN      SPBT= 6,26 lat</b></p>  |   |                               |                 |                            |          |          |

| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie  |  |                               |                 | Przegroda   |                                       |                       |
|---|--|-------------------------------|-----------------|---|---------------------------------------|-----------------------|
|   |  |                               |                 | Stropodach nad wiatrołapem                                |                                       |                       |
| Dane:   |  |                               |                 | powierzchnia przegrody do obliczania strat                | $A = 22,41 \text{ m}^2$               |                       |
|   |  |                               |                 | powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: | $A_{\text{kosz}} = 22,41 \text{ m}^2$ |                       |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b>  |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| Przewiduje się ocieplenie z użyciem twardych płyt z wełny mineralnej lub twardego styropianu o współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . 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 od 2021 roku $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$   |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| wariant 2 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1  |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| wariant 3 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2  |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| Lp.   | Opis   | Jedn.                         | Stan istniejący | Warianty  |                                       |                       |
|   |  |                               |                 | 1   | 2                                     | 3                     |
| 1.  | Grubość warstwy izolacji termicznej;<br>$g=$   | m                             |                 | 0,11  | 0,13                                  | 0,15                  |
| 2.  | Opór cieplny R   | $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ | 0,42            | 3,48  | 4,03                                  | 4,59                  |
| 3.  | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$  | GJ/a                          | 12,6            | 1,5   | 1,3                                   | 1,2                   |
| 4.  | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$   | MW                            | 0,001           | 0,000   | 0,000                                 | 0,000                 |
| 5.  | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | PLN/a                         |                 | 836   | 849                                   | 859                   |
| 6.  | Cena jednostkowa usprawnienia  | PLN/ $\text{m}^2$             |                 | 179   | 186                                   | 193                   |
| 7.  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$  | PLN                           |                 | 4 000,23  | 4 157,06                              | 4 313,93              |
| 8.  | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$   | lata                          |                 | 4,78  | 4,90                                  | 5,02                  |
| 9.  | $U_0, U_1$   | $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ | 2,365           | 0,287   | 0,248                                 | 0,218                 |
| <b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>  |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 $\text{m}^2$ 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. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu nad wiatrołapem |  |                               |                 |   |                                       |                       |
| <b>Wybrany wariant :</b>  |  |                               |                 | 1   | <b>Koszt :</b> 4 000,23 PLN           | <b>SPBT=</b> 4,78 lat |

| 7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien   |   |                      |                      | Przedsięwzięcie           |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
|---|---|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------|-----------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------------|--------|----------------------|--------------|---------------------|----------------------------|-----|----------------------|--------------|
|   |   |                      |                      | Okna zewnętrzne wiatrolap |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| <p><b>Dane: powierzchnia całkowita okien</b></p> $A_{ok} = 2,10 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 16,72 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$  |   |                      |                      |                           |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b><br/>                     Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U:</p> <table border="0"> <tr> <td>wariant 1 : okna</td> <td>U= 1,4</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 1,1</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : okna</td> <td>U= 0,9</td> <td>W/(m<sup>2</sup>K)</td> </tr> </table>   |   |                      |                      |                           |              |           | wariant 1 : okna    | U= 1,4                     | W/(m <sup>2</sup> K) | wariant 2 : okna     | U= 1,1       | W/(m <sup>2</sup> K) | wariant 2 : okna           | U= 0,9 | W/(m <sup>2</sup> K) |              |                     |                            |     |                      |              |
| wariant 1 : okna  | U= 1,4  | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |                           |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| wariant 2 : okna  | U= 1,1  | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |                           |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| wariant 2 : okna  | U= 0,9  | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |                           |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| Lp.   | Opis  | Jedn.                | Stan istniejący      | Warianty                  |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
|   |   |                      |                      | 1                         | 2            | 3         |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 1.  | Współczynnik przenikania okien U  | W/m <sup>2</sup> K   | 3,25                 | 1,40                      | 1,10         | 0,90      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 2.  | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji   | C <sub>r</sub>       | -                    | 1,10                      | 0,70         | 0,70      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
|   |   | C <sub>m</sub>       | -                    | 1,20                      | 1,00         | 1,00      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 3.  | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$   | GJ/a                 | 1,62                 | 0,70                      | 0,55         | 0,45      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 4.  | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$                              | GJ/a                 | 1,48                 | 0,94                      | 0,94         | 0,94      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 5.  | Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (3) + (4)   | GJ/a                 | 3,10                 | 1,64                      | 1,49         | 1,39      |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 6.  | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$  | MW                   | 0,0002               | 0,0001                    | 0,0001       | 0,0001    |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 7.  | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$                                     | MW                   | 0,0002               | 0,0002                    | 0,0002       | 0,0002    |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 8.  | q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (6) + (7)   | MW                   | 0,0004               | 0,0002                    | 0,0002       | 0,0002    |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 9.  | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | PLN/rok              |                      | 102,3                     | 113,4        | 120,7     |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 10.   | Koszt wymiany okien N <sub>ok</sub>   | PLN                  |                      | 1 285,2                   | 1 512,0      | 1 890,0   |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 11.   | Nawiewniki okienne  | PLN                  |                      | 0                         | 0            | 0         |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 12.   | Koszty robót łącznie  | PLN                  |                      | 1 285                     | 1 512        | 1 890     |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| 12.   | SPBT = (N <sub>ok</sub> +N <sub>w</sub> )/ΔO <sub>ru</sub>                                    | lata                 |                      | 12,60                     | 13,30        | 15,70     |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| <p><b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b><br/>                     Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m<sup>2</sup> wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:</p> <table border="0"> <tr> <td>wariant 1 : wymiana</td> <td>2,10 m<sup>2</sup> okien*</td> <td>612</td> <td>PLN/m<sup>2</sup> =</td> <td>1 285,21 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 2 : wymiana</td> <td>2,10 m<sup>2</sup> okien*</td> <td>720</td> <td>PLN/m<sup>2</sup> =</td> <td>1 512,00 PLN</td> </tr> <tr> <td>wariant 3 : wymiana</td> <td>2,10 m<sup>2</sup> okien*</td> <td>900</td> <td>PLN/m<sup>2</sup> =</td> <td>1 890,00 PLN</td> </tr> </table> |   |                      |                      |                           |              |           | wariant 1 : wymiana | 2,10 m <sup>2</sup> okien* | 612                  | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 285,21 PLN | wariant 2 : wymiana  | 2,10 m <sup>2</sup> okien* | 720    | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 512,00 PLN | wariant 3 : wymiana | 2,10 m <sup>2</sup> okien* | 900 | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 890,00 PLN |
| wariant 1 : wymiana   | 2,10 m <sup>2</sup> okien*  | 612                  | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 285,21 PLN              |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| wariant 2 : wymiana   | 2,10 m <sup>2</sup> okien*  | 720                  | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 512,00 PLN              |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| wariant 3 : wymiana   | 2,10 m <sup>2</sup> okien*  | 900                  | PLN/m <sup>2</sup> = | 1 890,00 PLN              |              |           |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |
| <b>Wybrany wariant :</b>  |   | 1                    | <b>Koszt :</b>       | 1 285,21 PLN              | <b>SPBT=</b> | 12,60 lat |                     |                            |                      |                      |              |                      |                            |        |                      |              |                     |                            |     |                      |              |

| 7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien  |   |                             |                      | Przedsięwzięcie              |  |                        |
|--|---|-----------------------------|----------------------|------------------------------|--|------------------------|
|  |   |                             |                      | Okna zewnętrzne w piwnicy    |  |                        |
| <b>Dane: powierzchnia całkowita okien</b>  |   |                             |                      | $A_{ok} = 22,05 \text{ m}^2$ | $V_{nom} = \Psi = 175,58 \text{ m}^3/\text{h}$ | $V_{obl} = \Psi * C_m$ |
|  |   |                             |                      | $C_w = 1,00$                 |  |                        |
| <b>Opis wariantów usprawnienia</b><br>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U:                    |   |                             |                      |                              |  |                        |
| wariant 1 : okna   |   | U= 1,4                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                              |  |                        |
| wariant 2 : okna   |   | U= 1,1                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                              |  |                        |
| wariant 2 : okna   |   | U= 0,9                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                              |  |                        |
| Lp.  | Opis  | Jedn.                       | Stan istniejący      | Warianty                     |  |                        |
|  |   |                             |                      | 1                            | 2  | 3                      |
| 1.   | Współczynnik przenikania okien U  | W/m <sup>2</sup> K          | 4,50                 | 1,40                         | 1,10   | 0,90                   |
| 2.   | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji   | C <sub>r</sub>              | -                    | 1,10                         | 0,70   | 0,70                   |
|  |   | C <sub>m</sub>              | -                    | 1,20                         | 1,00   | 1,00                   |
| 3.   | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$   | GJ/a                        | 19,81                | 6,16                         | 4,84   | 3,96                   |
| 4.   | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$                              | GJ/a                        | 13,12                | 8,35                         | 8,35   | 8,35                   |
| 5.   | Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (3) + (4)   | GJ/a                        | 32,93                | 14,51                        | 13,19  | 12,31                  |
| 6.   | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$  | MW                          | 0,0023               | 0,0007                       | 0,0006   | 0,0005                 |
| 7.   | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$                                     | MW                          | 0,0017               | 0,0014                       | 0,0014   | 0,0014                 |
| 8.   | q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (6) + (7)   | MW                          | 0,0040               | 0,0021                       | 0,0020   | 0,0019                 |
| 9.   | Roczna oszczędność kosztów<br>$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | PLN/rok                     |                      | 1 312,8                      | 1 410,6  | 1 475,8                |
| 10.  | Koszt wymiany okien N <sub>ok</sub>   | PLN                         |                      | 13 494,7                     | 15 876,0                                       | 19 845,0               |
| 11.  | Nawiewniki okienne  | PLN                         |                      | 0                            | 0  | 0                      |
| 12.  | Koszty robót łącznie  | PLN                         |                      | 13 495                       | 15 876   | 19 845                 |
| 12.  | SPBT = (N <sub>ok</sub> + N <sub>w</sub> ) / ΔO <sub>ru</sub>                                 | lata                        |                      | 10,30                        | 11,30  | 13,40                  |
| <b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b><br>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m <sup>2</sup> wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji: |   |                             |                      |                              |  |                        |
| wariant 1 : wymiana  |   | 22,05 m <sup>2</sup> okien* | 612                  | PLN/m <sup>2</sup> =         | 13 494,68 PLN                                  |                        |
| wariant 2 : wymiana  |   | 22,05 m <sup>2</sup> okien* | 720                  | PLN/m <sup>2</sup> =         | 15 876,00 PLN                                  |                        |
| wariant 3 : wymiana  |   | 22,05 m <sup>2</sup> okien* | 900                  | PLN/m <sup>2</sup> =         | 19 845,00 PLN                                  |                        |
| <b>Wybrany wariant :</b>   |   | 1                           | <b>Koszt :</b>       | 13 494,68 PLN                | <b>SPBT=</b>                                   | 10,30 lat              |



| 7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych   |  |                             |                      | Przedsięwzięcie      |               |           |
|--|--|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------|-----------|
|  |  |                             |                      | Drzwi zewnętrzne     |               |           |
| <p><b>Dane: powierzchnia całkowita drzwi</b></p> $A_{drz} = 10,10 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 80,43 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$   |  |                             |                      |                      |               |           |
| <p><b>Opis wariantów usprawnienia</b><br/>                     Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych na drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła U:</p>                               |  |                             |                      |                      |               |           |
| wariant 1 : drzwi  |  | U= 1,3                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |               |           |
| wariant 1 : drzwi  |  | U= 1,1                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |               |           |
| wariant 1 : drzwi  |  | U= 0,9                      | W/(m <sup>2</sup> K) |                      |               |           |
| Lp.  | Opis   | Jedn.                       | Stan istniejący      | Warianty             |               |           |
|  |  |                             |                      | 1                    | 2             | 3         |
| 1.   | Współczynnik przenikania drzwi U   | W/m <sup>2</sup> K          | 3,25                 | 1,30                 | 1,10          | 0,90      |
| 2.   | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji  | C <sub>r</sub>              | -                    | 1,10                 | 1,00          | 1,00      |
|  |  | C <sub>m</sub>              | -                    | 1,20                 | 1,00          | 1,00      |
| 3.   | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$                                       | GJ/a                        | 7,78                 | 3,11                 | 2,63          | 2,15      |
| 4.   | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$                           | GJ/a                        | 7,13                 | 6,48                 | 6,48          | 6,48      |
| 5.   | Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (3) + (4)  | GJ/a                        | 14,91                | 9,59                 | 9,11          | 8,64      |
| 6.   | $10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$                                    | MW                          | 0,0009               | 0,0004               | 0,0003        | 0,0003    |
| 7.   | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$                                  | MW                          | 0,0009               | 0,0008               | 0,0008        | 0,0008    |
| 8.   | q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (6) + (7)  | MW                          | 0,0018               | 0,0011               | 0,0011        | 0,0010    |
| 9.   | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ | PLN/rok                     |                      | 530,4                | 559,7         | 589,0     |
| 10.  | Koszt wymiany drzwi N <sub>drz</sub>   | PLN                         |                      | 11 453,4             | 13 171,4      | 15 147,1  |
| 12.  | SPBT = (N <sub>drz</sub> + N <sub>w</sub> ) / ΔO <sub>ru</sub>                             | lata                        |                      | 21,60                | 23,50         | 25,70     |
| <p><b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub></b><br/>                     Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m<sup>2</sup> wg średnich cen występujących na rynku. Koszt modernizacji:</p> |  |                             |                      |                      |               |           |
| wariant 1 : wymiana  |  | 10,10 m <sup>2</sup> drzwi* | 1134                 | PLN/m <sup>2</sup> = | 11 453,40 PLN |           |
| wariant 2 : wymiana  |  | 10,10 m <sup>2</sup> drzwi* | 1304                 | PLN/m <sup>2</sup> = | 13 171,41 PLN |           |
| wariant 3 : wymiana  |  | 10,10 m <sup>2</sup> drzwi* | 1500                 | PLN/m <sup>2</sup> = | 15 147,12 PLN |           |
| <b>Wybrany wariant :</b>   |  | 1                           | <b>Koszt :</b>       | 11 453,40 PLN        | <b>SPBT=</b>  | 21,60 lat |

**7.2.8. Ocena i wybór przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

**Opis:** 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.

| Lp. | Parametr                         | Jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|-----|----------------------------------|-------|-----------------|----------------------|
| 1.  | Zapotrzebowanie ciepła na c.w.u. | GJ/a  | 302,43          | 302,43               |
| 2.  | Sprawność systemu                | -     | 0,48            | 0,69                 |
| 3.  | Oszczędność                      | PLN/a |                 | 13 863,6             |
|     | Koszt modernizacji               | PLN   |                 | 78 131,20            |
| 4.  | SPBT                             | lata  |                 | 5,64                 |

**KOSZT: 78 131,20 PLN**

**Podstawa przyjętych nakładów inwestycyjnych**

Nakłady inwestycyjne uwzględniają koszt elementów hydraulicznych nowego węzła cieplnego i izolacji rurociągów oraz robót montażowych i wykończeniowych.

|              |               |             |          |
|--------------|---------------|-------------|----------|
| <b>KOSZT</b> | 78 131,20 PLN | <b>SPBT</b> | 5,64 lat |
|--------------|---------------|-------------|----------|

**7.2.9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego**

Dane:  $Q_{cco}= 1\ 355,87$  GJ/a  $w_{t0}= 1$   $w_{d0}= 1$   $\eta_0= 0,731$

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 |       |            |       |
|-----|---|--------------------------|-------|------------|-------|
|     |   | przed                    |       | po         |       |
| 1.  | wytwarzanie ciepła                                    | $\eta_w =$               | 0,99  | $\eta_w =$ | 0,99  |
| 2.  | przesyłanie ciepła                                    | $\eta_p =$               | 0,90  | $\eta_p =$ | 0,90  |
| 3.  | regulacja systemu ogrzewania                          | $\eta_r =$               | 0,82  | $\eta_r =$ | 0,89  |
| 4.  | wykorzystanie ciepła                                  | $\eta_e =$               | 1,00  | $\eta_o =$ | 1,00  |
| 5.  | sprawność całkowita systemu                           | $\eta =$                 | 0,731 | $\eta =$   | 0,793 |
| 6.  | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | $w_t =$                  | 1,00  | $w_t =$    | 1,00  |
| 7.  | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby       | $w_d =$                  | 1,00  | $w_d =$    | 1,00  |

**Ocena proponowanego przedsięwzięcia**

| Lp. | Omówienie                                     | jedn. | Stan istniejący | po          |
|-----|---|-------|-----------------|-------------|
| 1.  | Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta$ | -     | 0,73            | 0,79        |
| 2.  | Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$       | -     | 1,00            | 1,00        |
| 3.  | Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$           | -     | 1,00            | 1,00        |
| 4.  | Oszczędność kosztów $\Delta Q_{cco}$          | PLN/a |                 | 22 068,00   |
| 5.  | Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$                | PLN   |                 | 208 129,28  |
| 6.  | SPBT  | lata  |                 | <b>9,43</b> |

**Koszty szacunkowe**

Wariant I(po modernizacji)

|    |                   |          |                |            |
|----|-------------------|----------|----------------|------------|
| 1. | modernizacja c.o. | $m^2$    | cena zł/ $m^2$ | koszt      |
|    |                   | 3 052,00 | 68             | 208 129,28 |

Koszty modernizacji instalacji c.o. budynku uwzględniają koszty wszystkich zalecanych prac w zakresie opisanym powyżej oraz koszty robocizny i wykończeniowe.

**Uwaga:**

Po wykonaniu prac termomodernizacyjnych przegród budynku należy dostosować instalację do nowego zapotrzebowania na ciepło. W tym celu należy dobrać odpowiednią moc wymienników ciepła, zrównoważyć hydraulicznie całą instalację dobierając nowe nastawy zaworów regulacyjnych i równoważących, strumień i temperaturę czynnika grzewczego.

| <b>7.2.10. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</b> |   |                                    |                  |
|---|---|------------------------------------|------------------|
| <b>Lp.</b>  | <b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b> | <b>Planowane koszty robót, PLN</b> | <b>SPBT lata</b> |
| <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>                           | <b>4</b>         |
| 1.  | Modernizacja instalacji c.o.                              | 208 129,28                         | 9,43             |
| 2.  | Stropodach nad wiatrołapem                                | 4 000,23                           | 4,78             |
| 3.  | Modernizacja instalacji c.w.u.                            | 78 131,20                          | 5,64             |
| 4.  | Strop nad piwnicą (loggia)                                | 1 609,49                           | 6,26             |
| 5.  | Okna zewnętrzne w piwnicy                                 | 13 494,68                          | 10,30            |
| 6.  | Strop nad piwnicą   | 88 212,08                          | 11,45            |
| 7.  | Okna zewnętrzne wiatrołap                                 | 1 285,21                           | 12,60            |
| 8.  | Cokół   | 92 948,42                          | 21,60            |
| 9.  | Drzwi zewnętrzne  | 11 453,40                          | 21,60            |
| 10.   | Ściana zewnętrzna konstrukcyjna                           | 160 997,91                         | 28,32            |
| 11.   | Ściana zewnętrzna osłonowa                                | 480 411,29                         | 34,31            |



## 7.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

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

$$Q_{11} = W_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

| Numer wariantu | Sezonowe zapotrz. na ciepło | Zapotrz. na moc | Wsp. spraw. 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 |
|----------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|                | $Q_{0CO}$                   | $q_{0CO}$       | $\eta_0, W_{d0}$               | $Q_{0CW}$                 | $q_{0CW}$              | $Q_0$                          | $q_0$                     | $O_{0r}$                 | $\Delta O_r$                       | N                                |
|                | $Q_{1CO}$                   | $q_{1CO}$       | $\eta_1, W_{d1}$               | $Q_{1CW}$                 | $q_{1CW}$              | $Q_1$                          | $q_1$                     | $O_{1r}$                 |                                    |                                  |
|                | GJ                          | kW              | -                              | GJ                        | kW                     | GJ                             | kW                        | PLN                      | PLN                                | PLN                              |
| <b>1</b>       | <b>2</b>                    | <b>3</b>        | <b>4</b>                       | <b>5</b>                  | <b>6</b>               | <b>7</b>                       | <b>8</b>                  | <b>9</b>                 | <b>10</b>                          | <b>11</b>                        |
| stan istn.     | 1 355,87                    | 210,03          | 0,73                           | 633,4                     | 98,820                 | 2 488,19                       | 308,85                    | 186 935,52               |                                    |                                  |
|                |                             |                 | 1,000                          |                           |                        |                                |                           |                          |                                    |                                  |
| 1              | 931,74                      | 172,22          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 1 615,82                       | 271,04                    | 110 423,33               | 76 512,19                          | 1 140 673,19                     |
| 2              | 1 122,63                    | 191,06          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 1 856,54                       | 289,88                    | 123 780,66               | 63 154,86                          | 660 261,90                       |
| 3              | 1 187,56                    | 197,83          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 1 938,42                       | 296,65                    | 128 376,67               | 58 558,85                          | 499 263,98                       |
| 4              | 1 192,10                    | 197,83          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 1 944,15                       | 296,65                    | 128 630,04               | 58 305,48                          | 487 810,58                       |
| 5              | 1 218,12                    | 199,55          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 1 976,96                       | 298,37                    | 130 329,39               | 56 606,13                          | 394 862,17                       |
| 6              | 1 219,01                    | 199,55          | 0,79                           | 440,9                     | 98,820                 | 1 978,08                       | 298,37                    | 130 379,06               | 56 556,47                          | 393 576,96                       |
| 7              | 1 327,00                    | 207,77          | 1,00                           | 440,9                     | 98,820                 | 2 114,26                       | 306,59                    | 137 586,04               | 49 349,48                          | 305 364,88                       |
| 8              | 1 346,17                    | 210,07          |                                | 440,9                     | 98,820                 | 2 138,43                       | 308,89                    | 138 985,23               | 47 950,29                          | 291 870,20                       |
| 9              | 1 349,31                    | 210,27          |                                | 633,4                     | 98,820                 | 2 334,90                       | 309,09                    | 147 708,96               | 39 226,56                          | 290 260,71                       |
| 10             | 1 349,31                    | 210,27          |                                | 633,4                     | 98,820                 | 2 334,90                       | 309,09                    | 147 708,96               | 39 226,56                          | 212 129,51                       |
| 11             | 1 355,87                    | 210,03          |                                | 633,4                     | 98,820                 | 2 343,17                       | 308,85                    | 148 040,43               | 38 895,09                          | 208 129,28                       |

## 7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię | SPBT  |
|-----|---|----------------------------|------------------------------------|---|-------|
|     |   | PLN                        | PLN                                | $[(Q_0-Q_1)/Q_0]*100\%$<br>%                      |       |
| 1   | 2   | 3                          | 4                                  | 5   | 6     |
| 1.  | 1   | 1 140 673,19               | 76 512,19                          | 35,06   | 14,91 |
| 2.  | 2   | 660 261,90                 | 63 154,86                          | 25,39   | 10,45 |
| 3.  | 3   | 499 263,98                 | 58 558,85                          | 22,10   | 8,53  |
| 4.  | 4   | 487 810,58                 | 58 305,48                          | 21,87   | 8,37  |
| 5.  | 5   | 394 862,17                 | 56 606,13                          | 20,55   | 6,98  |
| 6.  | 6   | 393 576,96                 | 56 556,47                          | 20,50   | 6,96  |
| 7.  | 7   | 305 364,88                 | 49 349,48                          | 15,03   | 6,19  |
| 8.  | 8   | 291 870,20                 | 47 950,29                          | 14,06   | 6,09  |
| 9.  | 9   | 290 260,71                 | 39 226,56                          | 6,16  | 7,40  |
| 10. | 10  | 212 129,51                 | 39 226,56                          | 6,16  | 5,41  |
| 11. | 11  | 208 129,28                 | 38 895,09                          | 5,83  | 5,35  |

## 8. PROPOZYCJA OPTIMALNEGO WARIANTU I ZAKRESU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Jako optymalny proponuje się przyjąć wskazany w tabeli w pkt. 7.3. Wariant 1  
Wariant ten jest kompleksowy obejmujący realizację zasadnych z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia przedsięwzięć modernizacyjnych.

Wszystkie zaproponowane przedsięwzięcia spełniają wymagania stawiane przez przepisy techniczno-budowlane od 1 stycznia 2021.

### 8.1. Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. 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 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.
2. Ocieplenie stropodachu nad wiatrołapami termoizolacją o gr. 11 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).  
Modernizacja instalacji 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.
3. Ocieplenie stropu nad piwnicą (loggie) termoizolacją o gr. 5 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).
4. Wymiana okien w wiatrołapach o wsp. przenikania ciepła  $U=3,25$  W/(m<sup>2</sup>K) na okna o wsp.  $U=1,4$  W/(m<sup>2</sup>K).
5. Wymiana okien w piwnicy o wsp. przenikania ciepła  $U=4,5$  W/(m<sup>2</sup>K) na okna o wsp.  $U=1,4$  W/(m<sup>2</sup>K).
6. Ocieplenie stropu nad piwnicą termoizolacją o gr. 12 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).
7. Wymiana drzwi zewnętrznych o wsp. przenikania ciepła  $U=3,25$  W/(m<sup>2</sup>K) na drzwi o wsp.  $U=1,3$  W/(m<sup>2</sup>K).
8. Ocieplenie cokołu termoizolacją o gr. 7 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).
9. Docieplenie ściany zewnętrznej warstwą izolacji o gr. 20 cm ( $\lambda=0,036$  W/mK).

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

**1 140 673,19 PLN BRUTTO**

### 8.3. 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 instalacyjnych związanych z realizacją prac.
4. Realizacja prac.
5. Rozruch instalacji.
6. Po realizacji prac termomodernizacyjnych zaleca się wykonanie próby szczelności powietrznej budynku, zgodnie z normą PN-EN 13829:2002. Wynik ten będzie świadectwem jakości wykonania izolacji przegród zewnętrznych budynku i potwierdzi przyjęte założenia dotyczące krotności wymian powietrza przez infiltrację.
7. Ocenę efektów realizacji w okresie eksploatacji z zapewnieniem ciągłej bieżącej kontroli poprawności funkcjonowania zainstalowanych urządzeń .



# 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 cwu
- Załącznik 4 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego
- Załącznik 6 Wyniki obliczeń z programu Audytor OZC 6.9 Pro



**Załącznik nr 1**

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

| <b>Lp.</b>   | <b>Pomieszczenia</b> | <b>Kubatura pomieszczeń, m<sup>3</sup></b> | <b>Ilość wymian, 1/h</b>   | <b>Stumień powietrza wentylacyjnego, m<sup>3</sup>/h</b> |
|--------------|----------------------|--|----------------------------|--|
| <i>1</i>     | <i>2</i>             | <i>3</i>                                   | <i>4</i>                   | <i>5</i>   |
| 1            | Pomieszc. Użytkowe   | 9 002,70                                   | 0,65                       | 5 842,80   |
| <b>Razem</b> |                      |  |                            | 5 842,80   |
| Ogółem       |                      |  | <b><math>\Psi =</math></b> | <b>5 842,80</b>  |



## **Załącznik nr 2**

### **Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym**

#### **1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_w = 0,99$$

#### **2. Sprawność przesyłania**

$$\eta_p = 0,90$$

#### **3. Sprawność regulacji**

$$\eta_r = 0,82$$

#### **4. Sprawność wykorzystania**

$$\eta_e = 1,00$$

#### **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**

| <b>Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>      |   | <b>stan istniejący</b> | <b>po modernizacji</b> | <b>jednostka</b>                         |
|---|---|------------------------|------------------------|--|
| 1   | Zapotrzebowanie na c.w.u.                         | 1,60                   | 1,60                   | dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> /dzień) |
| 2   | Powierzchnia użytkowa                             | 3 052,00               | 3 052,00               | m <sup>2</sup>                           |
| 3   | Ciepło właściwe wody                              | 4,19                   | 4,19                   | kJ/(kg·K)                                |
| 4   | Gęstość wody                                      | 1,0                    | 1,0                    | kg/dm <sup>3</sup>                       |
| 4   | Obl. temp. czerpalna                              | 55                     | 55                     | °C                                       |
| 5   | Obl. temp. przed podgrzaniem                      | 10                     | 10                     | °C                                       |
| 6   | Współczynnik kr                                   | 0,90                   | 0,90                   | -  |
| 7   | Liczba dni  | 365,00                 | 365,00                 | dni                                      |
| 8   | Sprawność całkowita                               | 0,48                   | 0,69                   | -  |
| 9   | Zapotrzebowanie użytkowe na c.w.u.                | 302,43                 | 302,43                 | GJ/rok                                   |
| 10  | Zapotrzebowanie końcowe na c.w.u.                 | 633,37                 | 440,87                 | GJ/rok                                   |
| <b>Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej</b> |   |                        |                        |  |
| 1   | Jedn. zużycie c.w.u. V <sub>cw</sub> =            | 110                    | 110                    | l/os                                     |
| 2   | Liczba osób L=                                    | 150                    | 150                    | os                                       |
| 3   | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.       | 0,688                  | 0,688                  | m <sup>3</sup> /h                        |
| 4   | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. | 2,744                  | 2,744                  | -  |
| 3   | Zapotrzebowanie na ciepło                         | 0,189                  | 0,189                  | GJ/m <sup>3</sup>                        |
| 4   | Moc c.w.u.  | 98,82                  | 98,82                  | 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, kW | ciepła $Q_H$ , GJ/a |
| Stan istniejący | 210,03            | 1 355,87            |
| 1               | 172,22            | 931,74              |
| 2               | 191,06            | 1 122,63            |
| 3               | 197,83            | 1 187,56            |
| 4               | 197,83            | 1 192,10            |
| 5               | 199,55            | 1 218,12            |
| 6               | 199,55            | 1 219,01            |
| 7               | 207,77            | 1 327,00            |
| 8               | 210,07            | 1 346,17            |
| 9               | 210,27            | 1 349,31            |
| 10              | 210,27            | 1 349,31            |
| 11              | 210,03            | 1355,87             |



## Załącznik nr 5

**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. | 2 489,15                                  | 1 615,84                               | 873,31           | 90,51                                    | 225,29   | 146,25                                      | 79,04   |

**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 <sub>pyłu</sub> /GJ] | Emisja przed modernizacją [Mg <sub>pyłu</sub> ] | Emisja po modernizacji [Mg <sub>pyłu</sub> ] | Końcowy efekt, redukcja emisji [Mg <sub>pyłu</sub> ] |
|---------------------------------------|---|--|------------------|--|---|--|--|
| Ciepło sieciowe - ogrzewanie i c.w.u. | 2 489,15                                  | 1 615,84                               | 873,31           | 0,0055100                                | 0,0137  | 0,0089                                       | 0,0048   |

**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.

