

## 1. STRONA TYTUŁOWA

| 1. Dane identyfikacyjne budynku  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>1.1 Rodzaj budynku</b>  | Budynek użyteczności publicznej   | <b>1.2 Rok budowy</b>  | XX w.  |
| <b>1.3 Inwestor</b><br>(nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)   | <b>Właściciel:</b><br>Miasto Grajewo<br>ul. Strażacka 6A<br>kod: 19-200<br>miejscowość: Grajewo<br>województwo: podlaskie | <b>1.4 Adres budynku</b>   |  |
|  |   | Ul. Konstytucji 3-go Maja 2B<br>kod: 19-200<br>miejscowość: Grajewo<br>województwo: podlaskie  |  |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:   |   |  |  |
| Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A.<br>00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20<br>Oddział w Białymstoku<br>15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2<br>tel./fax /85/ 743 58 45<br>REGON: 010691500      NIP: 526-00-40-341 |   |  |  |
| 3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:  |   |  |  |
| dr inż. Wiesław Sarosiek<br>ul. Skrzatów 27<br>15-151 Białystok<br>Pesel: 57022101699<br>tel. /0-prefix-85/ 74 35 845 kom. 0603 740 876<br>audytor KAPE S.A. nr 007  |   |  |  |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje   |   |  |  |
| Lp   | Imię i Nazwisko   | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego   | Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia) |
| 1.   | mgr inż. Marcin Rogalski  | Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło.<br>Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.<br><br>Zebranie danych do audytu energetycznego |  |
| 5. Miejscowość: Ostrołęka  |   | data wykonania opracowania: wrzesień 2016  |  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6. Spis treści</b>   |           |
| <b>1. Strona tytułowa .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Karta audytu energetycznego budynku.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3. . Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz<br/>wytyczne i uwagi inwestora.....</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku .....</b>   | <b>6</b>  |
| 4.1. Dane ogólne o budynku.....   | 6         |
| 4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna.....   | 7         |
| 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów.....  | 7         |
| 4.4. Charakterystyka energetyczna.....  | 7         |
| 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego.....  | 8         |
| 4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u. ....   | 9         |
| 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji.....  | 9         |
| 4.8. Charakterystyka źródła ciepła .....  | 9         |
| <b>5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.....</b>  | <b>10</b> |
| 5.1. Przegrody zewnętrzne .....   | 10        |
| 5.2. System grzewczy.....   | 10        |
| <b>6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na<br/>podstawie oceny stanu technicznego .....</b>                            | <b>11</b> |
| <b>7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....</b>  | <b>11</b> |
| 7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia<br>zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną .....                             | 11        |
| 7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło... 12  |           |
| 7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych.....                                  | 12        |
| 7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej .....   | 14        |
| 7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT.....  | 15        |
| 7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących systemu<br>grzewczego .....  | 15        |
| 7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów .....   | 15        |
| 7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania<br>16                |           |
| 7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....                                       | 16        |
| 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....  | 17        |
| 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....   | 17        |
| 7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....   | 17        |
| 7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu<br>termomodernizacji i remontów”..... | 19        |
| 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....  | 21        |
| <b>8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego<br/>przewidzianego do realizacji.....</b>                            | <b>21</b> |
| 8.1. Opis robót.....  | 21        |
| 8.2. Charakterystyka finansowa .....  | 22        |
| 8.3. Dalsze działania inwestora .....   | 22        |
| ZAŁĄCZNIK 1   | 23        |
| ZAŁĄCZNIK 2   | 31        |
| ZAŁĄCZNIK 3   | 43        |
| ZAŁĄCZNIK 4   | 47        |

## 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| 1. Dane ogólne  |  | Stan przed termomodernizacją  | Stan po termomodernizacji   |
|---|--|---|---|
| 1.  | Konstrukcja/technologia  | Murowana  |   |
| 2.  | Liczba kondygnacji   | Piwnica + II  |   |
| 3.  | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]   | 2 707,0   |   |
| 4.  | Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]   | 866,7   |   |
| 5.  | Powierzchnia ogrzewana [m <sup>2</sup> ]   | 866,7   |   |
| 6.  | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ] | --  |   |
| 7.  | Liczba lokali  | 1   |   |
| 8.  | Liczba osób użytkujących   | 160   |   |
| 9.  | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej  | Węzeł cieplny   |   |
| 10.   | Rodzaj systemu grzewczego budynku  | Węzeł cieplny   |   |
| 11.   | Współczynnik A/V [1/ m]  | 0,48  |   |
| 12.   | Inne dane charakteryzujące budynek   | —   |   |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m <sup>2</sup> ·K)]         |  | Stan przed termomodernizacją  | Stan po termomodernizacji   |
| 1.  | Ściany zewnętrzne  | 1,34  | 0,20  |
| 2.  | Stropodach   | 0,84  | 0,15  |
| 3.  | Okna   | 1,70  | 1,70;   |
| 4.  | Drzwi zewnętrzne   | 2,50  | 2,50  |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu |  |   |   |
| 1.  | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,93  | 0,93  |
| 2.  | Sprawność przesyłu [-]   | 0,80  | 0,96  |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  | 0,77  | 0,88  |
| 4.  | Sprawność akumulacji [-]   | 1,00  | 1,00  |
| 5.  | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]   | 1,00  | 1,00  |
| 6.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]  | 1,00  | 1,00  |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej                           |  |   |   |
| 1.  | Sprawność wytwarzania [-]  | 0,90  | 0,90  |
| 2.  | Sprawność przesyłu [-]   | 0,60  | 0,80  |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  | 1,00  | 1,00  |
| 4.  | Sprawność akumulacji [-]   | 0,60  | 0,85  |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji   |  |   |   |
| 1.  | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)   | naturalna   | naturalna   |
| 2.  | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza   | nawiewniki podokienne, mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne | nawiewniki podokienne, mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne |
| 3.  | Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]  | 2 563   | 2 563   |
| 4.  | Krotność wymian powietrza [1/h]  | zgodnie z normą: PN-83/B-03430 Az3: 2000                              | zgodnie z normą: PN-83/B-03430 Az3: 2000                              |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| <b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>                          |   |                 |           |
|---|---|-----------------|-----------|
| 1.  | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]  | 107,15          | 64,21     |
| 2.  | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]   | 2,38            | 2,38      |
| 3.  | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]   | 792,80          | 411,02    |
| 4.  | Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej w budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]  | 381,78          |           |
| 5.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu. [GJ/rok]  | 1 383,84        | 523,13    |
| 6.  | Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]   | 860,71          |           |
| 7.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]  | 45,10           | 45,10     |
| 8.  | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                  | — <sup>2)</sup> | —         |
| 9.  | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                                    | —               | —         |
| 10.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]                         | 254,1           | 131,7     |
| 11.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]                          | 443,53          | 167,62    |
| 12.   | Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną <b>EP</b> do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) wraz z urządzeniami pomocniczymi [kWh/rok] | 374 414,4       | 182 180,3 |
| 13.   | Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej <b>EP</b> w budynku [kWh/rok]  | 192 234,1       |           |
| 14.   | Udział odnawialnych źródeł energii [%]  | —               | —         |
| <b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu )</b> |   |                 |           |
| 1.  | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]  | 46,18           | 46,18     |
| 2.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW/m-c]   | 12 089,37       | 12 089,37 |
| 3.  | Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]  | 31,33           | 31,33     |
| 4.  | Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]  | 46,18           | 46,18     |
| 5.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/MW/m-c]   | 12 089,37       | 12 089,37 |
| 6.  | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]  | 7,87            | 3,45      |
| 7.  | Miesięczna opłata abonamentowa (c.w.u.) [zł/m-c]  | --              | --        |
| 8.  | Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. <sup>3)</sup> [zł/rok]   | 81 877,67       | 35 901,39 |
| 9.  | Inne [zł]   | --              | --        |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| <b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>   |            |  |           |
|--|------------|--|-----------|
| Planowana kwota kredytu [zł]   | 304 563,77 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 60,2      |
| Planowane koszty całkowite [zł]  | 304 563,77 | Premia termomodernizacyjna [zł]                    | 48 730,20 |
| Roczne oszczędność kosztów energii [zł]  | 45 976,00  |  |           |
| <small><sup>1)</sup> Obliczone zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. dla rozpatrywanego budynku<br/><sup>2)</sup> Brak danych o zużyciu energii cieplnej wyłącznie na potrzeby ogrzewania.<br/><sup>3)</sup> Opłata roczna oraz wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz standardowego sezonu grzewczego.</small> |            |  |           |

**Uwaga:**

- <sup>1)</sup> Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz standardowego sezonu grzewczego.

### **3. .DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA**

Dostępna dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja wykonana na potrzeby audytu energetycznego

Inne dokumenty:

- aktualne ceny nośnika energii,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych.

Osoby udzielające informacji:

- Pan Tomasz Poniatowski – Kierownik Referatu Pozyskiwania Środków w UM Grajewo

Data wizji lokalnej:

- wrzesień 2016 r.

Wytyczne i uwagi inwestora (zleceniodawcy) stanowiące ograniczenia zakresu możliwych usprawnień:

- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku,
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

- wkład własny inwestora w wysokości 0,00% 0,00zł,
- wartość kredytu 100% 305 000,00 zł

#### 4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

##### 4.1. Dane ogólne o budynku

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Własność</b>              | Miasto Grajewo<br>ul. Strażacka 6A<br>kod: 19-200<br>miejscowość: Grajewo<br>województwo: podlaskie |
| <b>Przeznaczenie budynku</b> | Użyteczności publicznej   |
| <b>Adres</b>                 | Ul. Konstytucji 3-go Maja 2B<br>kod: 19-200<br>miejscowość: Grajewo                                 |
| <b>Rodzaj budynku</b>        | Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej   |

|  |          |   |             |
|--|----------|---|-------------|
| <b>Rok zasiedlenia</b>   |          | bd  |             |
| <b>Technologia budynku</b>   | Murowana |   |             |
| <b>1. Powierzchnia zabudowy (m<sup>2</sup>)</b>  | 461,0    | <b>8. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu (m<sup>2</sup>)</b> | 866,7       |
| <b>2. Kubatura obiektu (m<sup>3</sup>)</b>   | 2 707,0  | <b>9. Liczba klatek schodowych</b>  | 2           |
| <b>3. Kubatura ogrzewanej cz. obiektu (m<sup>3</sup>)</b>                              | 2 707,0  | <b>10. Liczba kondygnacji</b>   | Piwnica +II |
| <b>4. Powierzchnia użytkowa (m<sup>2</sup>)</b>  | 866,7    | <b>11. Wysokość kondygnacji w świetle (m)</b>                             | - 2,50      |
| <b>5. Powierzchnia poddasza (m<sup>2</sup>)</b>  | --       | <b>12. Liczba osób</b>  | 160         |
| <b>6. Powierzchnia netto budynku (m<sup>2</sup>)</b>                                   | 866,7    | <b>13. Liczba mieszkań</b>  | 1           |
| <b>7. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.) (m<sup>2</sup>)</b> | --       | <b>14. Obiekt podpiwniczony</b>   | częściowo   |

**Uwaga:**

- <sup>1)</sup> wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.  
<sup>2)</sup> wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

#### 4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzuty i przekrój budynku) zawiera załącznik Z3. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata.

#### 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Budynek wzniesiono w XX w. w technologii murowanej. Posiada on 2 kondygnacje nadziemne i jest częściowo podpiwniczony.

Ściany zewnętrzne wykonano jako murowane z cegły obustronnie otynkowane.

Stropodach wykonany jako dwuspadowy o konstrukcji betonowej z płyt panwiowych pokryty papą. Izolacja stropodachu w postaci wełny mineralnej.

Podłoga na gruncie składa się z warstwy nawierzchniowej, szlichty cementowej izolacji termicznej, warstwy betonu oraz warstwy ubitego piasku.

Stolarka okienna w budynku, to okna z PCV w dobrym stanie technicznym.

Drzwi w dobrym stanie technicznym.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych wymienionych w powyższym opisie znajduje się w załączniku nr 1.

#### 4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym obliczono zgodnie z normą PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

Do wykonania obliczeń wykorzystano następujące Normy i Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej wykonano zgodnie z obowiązującą normą PN-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC wersja 6.6 Pro.

Wyniki obliczeń dla całego budynku przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza  
(zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń).....  $q_{moc} = 107,15$  kW
- roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku .....  $Q_H = 792,80$  GJ/rok
- roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku  
po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. ....  $Q_S = 1\ 383,84$  GJ/rok

### **Koszt energii cieplnej**

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej wynoszą:

- opłata za wytworzenie ciepła: **46,18 zł/GJ**,
- opłata za obsługę pieców lokalowych: **12 089,37 zł/MW/m-c**,

Podane ceny są cenami brutto.

Wysokości cen zawiera Załącznik **Z1.3**.

### **4.5. Charakterystyka systemu grzewczego**

Źródłem ciepła na cele ogrzewania jest węzeł cieplny zasilany z sieci miejskiej. Stan techniczny węzła jest zadawalający. Nie przewiduje się wymiany węzła cieplnego.

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli.



| Wyszczególnienie współczynnika                       | Wartość   |
|--|---|
| 1  | 2   |
| Wytwarzania ciepła                                   | $\eta_{g0} = 0,93$  |
| Przesyłania ciepła                                   | $\eta_{d0} = 0,80$  |
| Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego         | $\eta_{e0} = 0,77$  |
| Akumulacji ciepła                                    | $\eta_{s0} = 1,00$  |
| Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia | $w_{t0} = 1,00$   |
| Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby     | $w_{d0} = 1,00$   |
| Sprawność całkowita systemu grzewczego               | $\eta_0 = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0,5729$ |

#### 4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Skrócony opis instalacji c.w.u. przedstawiono w tabeli poniżej.

| Rodzaj opisu                        | Stan istniejący                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                                   | 2                                    |
| <b>Sposób przygotowania c.w.u.</b>  | centralnie                           |
| <b>Przewody w instalacji c.w.u.</b> | stalowe ocynkowane łączone na gwint, |
| <b>Izolacja przewodów poziomych</b> | brak                                 |
| <b>Opomiarowanie</b>                | wodomierze wody zimnej               |

#### 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej gdzie napływ powietrza następuje przez nieszczelności oraz mikrowentylację (nowe okna) stolarki okiennej i drzwiowej, a usuwanie przez kanały wentylacyjne z kratkami w kuchniach i WC.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej” oraz w PE-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”. Strumień ten wynosi 2 563 m<sup>3</sup>/h.

#### 4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na cele ogrzewania jest węzeł cieplny zasilany z sieci miejskiej. Węzeł jest w zadawalającym stanie technicznym.

## 5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

### 5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 6 listopada 2008 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia odpowiednie wymagania. Dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o 15% w stosunku do budynku nowego o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Ponieważ współczynniki przenikania ciepła dla poszczególnych przegród niniejszego budynku w znacznym stopniu przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia aktualnych wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii.

### 5.2. System grzewczy

Źródłem ciepła na cele ogrzewania węzeł Ciepły zasilany z sieci miejskiej. Instalacja grzewcza w budynku jest stara bez możliwości regulacji miejscowej. Ciepło do pomieszczeń przekazywane jest poprzez grzejniki żeliwne które są w złym stanie technicznym.

W audycie energetycznym przewidziano modernizację instalacji c.o. obejmującą wymianę grzejników montaż zaworów i głowic termostatycznych, wykonanie izolacji na przewodach oraz płukanie i regulację całej instalacji.

Zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

| l.p. | Charakterystyka stanu istniejącego   | Możliwości i sposób poprawy   |
|------|--|---|
| 1    | 2  | 3   |
| 1.   | <u>Przegrody zewnętrzne</u><br>Przegrody zewnętrzne budynku mają następujące wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]:<br>- Ściany piwnic ..... $U = 0,95$<br>- Ściany nadziemia..... $U = 1,34$<br>- Stropodach ..... $U = 0,84$ | Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku. Maksymalne wartości współczynnika $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] po termomodernizacji:<br>- ściany - $U = 0,25$ ,<br>- dachy stropodachy – $U = 0,15$ |
| 2.   | <u>Okna</u><br>Okna w stanie dobrym , współczynnik o $U = 1,70 W/(m^2 \cdot K)$ .  | Nie przewiduje się modernizacji w tym zakresie  |
| 3.   | <u>Drzwi wejściowe</u><br>Drzwi wejściowe do budynku nowoczesne. $U = 2,00 W/(m^2 \cdot K)$ .  | Nie przewiduje się modernizacji w tym zakresie  |

| <b>l.p.</b> | <b>Charakterystyka stanu istniejącego</b>  | <b>Możliwości i sposób poprawy</b>   |
|-------------|--|--|
| <b>1</b>    | <b>2</b>   | <b>3</b>   |
| 4.          | <u>Wentylacja</u><br>Wentylacja grawitacyjna. W okresie zimowym może występować nadmierny napływ zimnego powietrza przez starą stolarkę okienną, co powoduje zwiększone zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego. | Wymiana okien na szczelne, z kontrolowanym napływem powietrza wentylacyjnego przez skrzydła uchylno-rozwierane z możliwością rozszczelniania.                                    |
| 5.          | <u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u><br>Przygotowywana jest centralnie w węźle cieplnym.   | Modernizacja instalacji z montażem kolektorów słonecznych.   |
| 6.          | <u>System ogrzewania</u><br>Instalacja c.o. zasilana z węzła cieplnego. Instalacja ogrzewania w złym stanie technicznym, grzejniki żeliwne bez możliwości regulacji.   | Modernizacja instalacji c.o. obejmująca wymianę grzejników montaż zaworów i głowic termostatycznych, wykonanie izolacji na przewodach oraz płukanie i regulację całej instalacji |

## 6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

| <b>l.p.</b> | <b>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</b>  | <b>Sposób realizacji</b>                                      |
|-------------|---|---|
| <b>1</b>    | <b>2</b>  | <b>3</b>  |
| 1.          | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne piwnic i kondygnacji nadziemnych budynku. | Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą lekką-mokrą (styropian). |
| 2.          | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku.   | Ocieplenie stropu płytami lub granulem z wełny mineralnej.    |

## 7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

### 7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
  - a) ściany zewnętrzne piwnic
  - b) ściany zewnętrzne
  - c) stropodach
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
  - a) modernizacja wewnętrznej instalacji c.o.,
  - b) modernizacja instalacji c.w.u.

## 7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$$O_{0;1 \text{ z co, cwu}} = 46,18 \text{ zł/GJ} \quad O_{0,1 \text{ m co, cwu}} = 12\,089,37 \text{ zł/m-c}$$

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| $t_{zo}$             | -22,00 °C            |
| $t_{wo\ 20,0}$ ..... | 20,00 °C             |
| $Sd_{20,0}$ .....    | 4 095,40 dzień·K/rok |
| $t_{wo\ 8,0}$ .....  | 8,00 °C              |
| $Sd_{8,0}$ .....     | 1 404,40 dzień·K/rok |

\*wartości średnie ważone.

### 7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych

#### Ściany zewnętrzne piwnic

Stan istniejący:  $U = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  (styropian, metoda „lekka-mokra”).

Powierzchnia przegrody:  $149,23 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $164,20 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_U$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

|                |          |          |                 |          |          |          |  |
|----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|--|
| Grubość opt. = | 0,12     | 0,14     | <b>0,16</b>     | 0,18     | 0,2      | 0,22     | <i>m</i>                               |
| $U =$          | 0,25     | 0,22     | <b>0,20</b>     | 0,18     | 0,17     | 0,15     | $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
| $\Delta R =$   | 3,00     | 3,50     | <b>4,00</b>     | 4,50     | 5,00     | 5,50     | $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ |
| $N_{jedn.} =$  | 174,00   | 178,00   | <b>182,00</b>   | 188,50   | 192,50   | 196,50   | $\text{zł}/\text{m}^2$                 |
| $N_u =$        | 28570,80 | 29227,60 | <b>29884,40</b> | 30951,70 | 31608,50 | 32265,30 | <i>zł</i>                              |
| SPBT =         | 26,26    | 25,87    | <b>25,68</b>    | 25,98    | 26,03    | 26,15    | <i>lat</i>                             |

Uwagi: Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia pomniejszono powierzchnię elewacji o powierzchnię otworów okiennych i drzwiowych. Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę. Uwzględniono, przy grubościach > 10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia spełniająca wymagane minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i < 16^\circ\text{C}$ ), wynosi 16 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych piwnic wyniesie:

$$164,20 \text{ m}^2 \times 182,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{29\,884,40 \text{ zł}}}$$

### Ściany zewnętrzne

Stan istniejący:  $U = 1,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  (styropian, metoda „lekka-mokra”).

Powierzchnia przegrody:  $547,57 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $657,10 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_U$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

|                      |           |             |           |                  |           |           |  |
|----------------------|-----------|-------------|-----------|------------------|-----------|-----------|--|
| Grubość opt. =       | 0,12      | 0,14        | 0,16      | <b>0,18</b>      | 0,2       | 0,22      | <i>m</i>                               |
| $U =$                | 0,27      | 0,24        | 0,21      | <b>0,19</b>      | 0,17      | 0,16      | $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
| $\Delta R =$         | 3,00      | 3,50        | 4,00      | <b>4,50</b>      | 5,00      | 5,50      | $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ |
| $N_{\text{jedn.}} =$ | 174,00    | 178,00      | 183,00    | <b>189,00</b>    | 195,00    | 200,00    | $\text{zł}/\text{m}^2$                 |
| $N_u =$              | 114335,40 | 116963,80   | 120249,30 | <b>124192,00</b> | 128134,50 | 131420,00 | <i>zł</i>                              |
| SPBT =               | 8,22      | <b>8,17</b> | 8,22      | <b>8,34</b>      | 8,48      | 8,59      | <i>lat</i>                             |

Uwagi: Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia pomniejszono powierzchnię elewacji o powierzchnię otworów okiennych i drzwiowych. Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę. Uwzględniono, przy grubościach > 10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia spełniająca wymagane minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ ), wynosi 18 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych wyniesie:

$$657,10 \text{ m}^2 \times 189,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{124\ 192,00 \text{ zł}}}$$

### Stropodach

Stan istniejący:  $U = 0,84 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,048 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$  (maty lub granulat z wełny mineralnej).

Powierzchnia przegrody:  $500,66 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $525,70 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_U$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

|                        |          |              |          |          |                 |          |  |
|------------------------|----------|--------------|----------|----------|-----------------|----------|--|
| Grubość opt. =         | 0,14     | 0,16         | 0,24     | 0,26     | <b>0,28</b>     | 0,30     | <i>m</i>                               |
| $U_{\text{śr.waż.}} =$ | 0,24     | 0,22         | 0,16     | 0,151    | <b>0,14</b>     | 0,13     | $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
| $\Delta R =$           | 2,92     | 3,33         | 5,00     | 5,42     | <b>5,83</b>     | 6,25     | $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ |
| Koszt jednostkowy =    | 150,80   | 155,20       | 172,80   | 178,20   | <b>182,60</b>   | 187,00   | $\text{zł}/\text{m}^2$                 |
| $N_u =$                | 79275,56 | 81588,64     | 90840,96 | 93679,74 | <b>95992,82</b> | 98305,90 | <i>zł</i>                              |
| SPBT =                 | 11,30    | <b>11,20</b> | 11,37    | 11,56    | <b>11,69</b>    | 11,83    | <i>lat</i>                             |

Uwagi: Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia spełniająca wymagane minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła dachów, stropodachów i stropów pod nieogrzewanymi poddaszami wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ ), wynosi 28 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropodachu wyniesie:

$$525,70 \text{ m}^2 \times 182,60 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{95\ 992,82 \text{ zł}}}$$

### 7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

Proponowane jest usprawnienie dotyczące zmniejszenia kosztów energii potrzebnej do pokrycia strat występujących w instalacji ciepłej wody. Zaleca się wykonanie instalacji solarnej wspomagającej podgrzewanie ciepłej wody użytkowej.

#### Wykaz opłat za c.w.u. przed modernizacją:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.  
z uwzględnieniem sprawności systemu .....45,10 GJ/rok
- cena 1 GJ energii .....46,18 zł/GJ
- max. obliczeniowa moc cieplna na cele c.w.u. ....2,38 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi).....2 428,15 zł/rok

Przyjęto że po zastosowaniu kolektorów słonecznych zapotrzebowanie na ciepło na cele cwu zmniejszy się o 40% w stosunku do stanu z przed termomodernizacji.

#### Wykaz opłat za c.w.u. po modernizacji:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.  
z uwzględnieniem sprawności systemu .....14,33 GJ/rok
- cena 1 GJ energii .....46,18 zł/GJ
- max. obliczeniowa moc cieplna na cele c.w.u. ....2,38 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi).....1 006,89 zł/rok

| l.p. | Rodzaj usprawnienia  | Koszt<br>[zł]     | Zmienione<br>współczynniki<br>sprawności                                     |
|------|--|-------------------|--|
| 1    | 2  | 3                 | 4  |
| 1.   | Wymiana istniejącej instalacji na nową, montaż kolektorów słonecznych. | <b>110 350,00</b> | $\eta_{w,d} = 0,60 \rightarrow 0,85$<br>$\eta_{w,s} = 0,60 \rightarrow 0,80$ |

Całkowite nakłady inwestycyjne na modernizację instalacji c.w.u. wyniosą **110 350,00 zł.**

Według powyższego opisu oszczędności po modernizacji to:

$$Q_{0\text{ rcw}} = 2\,428,15 \text{ zł/rok}$$

$$Q_{1\text{ rcw}} = 1\,006,89 \text{ zł/rok}$$

$$\Delta Q_{\text{rcw}} = 1\,421,26 \text{ zł/rok}$$

$$N_{\text{cw}} = 110\,350,0 \text{ zł}$$

$$\text{SPBT} = 110\,350,00 / 1\,421,26 = 77,64 \text{ lat}$$

### 7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1. i 7.2.2.) ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji oraz instalacji c.w.u. uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowany koszt robót [zł] | SPBT [lata] |
|-----|--|----------------------------|-------------|
| 1   | 2  | 3                          | 4           |
| 1   | Docieplenie ścian zewnętrznych                     | 124 192,00                 | 8,34        |
| 2   | Docieplenie stropodachu                            | 95 992,82                  | 11,69       |
| 3   | Docieplenie ścian piwnic                           | 29 884,40                  | 25,68       |
| 4   | Modernizacja instalacji CWU                        | 110 350,00                 | 77,64       |

### 7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących systemu grzewczego

#### 7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

| l.p. | Rodzaj usprawnienia  | Koszt [zł]       | Zmienione współczynniki sprawności                                   |
|------|--|------------------|--|
| 1    | 2  | 3                | 4  |
| 1.   | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania, poprzez wymianę grzejników żeliwnych na grzejniki płytowe lub aluminiowe wraz z montażem zaworów i głowic termostatycznych, wykonanie izolacji na przewodach, płukanie instalacji oraz regulacje hydrauliczną wraz z próbami szczelności.. | <b>54 858,95</b> | $\eta_d = 0,80 \rightarrow 0,96$<br>$\eta_e = 0,77 \rightarrow 0,88$ |

Koszt wykonania modernizacji instalacji c.o. wyniesie około **130 537,65 zł.**

### 7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania

$$Q_{0co} = 792,80 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,107,15 \text{ MW}$$

$$Q_{0cwu} = 45,10 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0cwu} = 0,00238 \text{ MW}$$

$$O_{0;1 z co, cwu} = 46,18 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0,1 m co, cwu} = 12\,089,37 \text{ zł/m-c}$$

$$\eta_o = 0,5729$$

$$Q_{0co}' = 1\,383,84 \text{ GJ/rok}$$

$$w_{t0} \cdot w_{d0} = 1,0000$$

$$w_{t1} \cdot w_{d1} = 1,0000$$

| l.p. | Opis wariantu<br>(wykaz usprawnień) | $\eta_1$ | $Q_{1co}$<br>[GJ/rok] | $\Delta Q_{rco}$<br>[zł/rok] | $N_{co}$<br>[zł] | SPBT<br>[lat] | NPV<br>[zł] |
|------|-------------------------------------|----------|-----------------------|------------------------------|------------------|---------------|-------------|
| 1    | 2                                   | 3        | 4                     | 5                            | 6                | 7             | 8           |
| 0.   | Stan istniejący                     | —        | 1 383,84              | —                            | —                | —             | —           |
| 1.   | Wymiana instalacji c.o.             | 0,7857   | 1 009,04              | 17 308                       | 54 858,95        | 3,17          | 132 306     |

Koszt wykonania modernizacji instalacji c.o. wyniesie około **54 858,95 zł**.

### 7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| l.p. | Rodzaj usprawnienia   | Zmiana wartości<br>współczynników sprawności |
|------|---|--|
| 1    | 2   | 3  |
| 1.   | Wytwarzanie ciepła – węzeł cieplny  | $\eta_g = 0,93$                              |
| 2.   | Przesyłanie ciepła – przygotowanie centralne  | $\eta_d = 0,80 \rightarrow 0,96$             |
| 3.   | Regulacja systemu ogrzewania – regulacja centralna i regulacja miejscowa              | $\eta_e = 0,77 \rightarrow 0,88$             |
| 4.   | Akumulacji ciepła – brak zasobnika  | $\eta_s = 1,00$                              |
| 5.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia                                 | $w_t = 1,00$                                 |
| 6.   | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby                                       | $w_d = 1,00$                                 |
| 7.   | Sprawność całkowita systemu<br>$\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$ | $\eta = 0,5729 \rightarrow 0,7857$           |



#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku,
3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skrótowe określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1. i 7.3.2.:

- Modernizacja instalacji CWU
- Docieplenie ścian piwnic
- Docieplenie ścian zewnętrznych
- Docieplenie stropodachu
- Wymiana instalacji CO

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

| Nr | Skrótowy zakres prac   |
|----|--|
| 1  | 2  |
| 1  | Modernizacja instalacji CWU, Docieplenie ścian piwnic, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie stropodachu, Modernizacja instalacji CO |
| 2  | Docieplenie ścian piwnic, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie stropodachu, Modernizacja instalacji CO                              |
| 3  | Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie stropodachu, Modernizacja instalacji CO  |
| 4  | Docieplenie stropodachu, Modernizacja instalacji CO  |
| 5  | Modernizacja instalacji CO   |

##### 7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$Q_{0co} = 792,80 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,107,15 \text{ MW}$$

$$Q_{0cwu} = 45,10 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0cwu} = 0,00238 \text{ MW}$$

$$O_{0;1 z co, cwu} = 46,18 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0,1 m co, cwu} = 12 089,37 \text{ zł/m-c}$$

$$\eta_o = 0,5729$$

$$Q_{0co}' = 1 383,84 \text{ GJ/rok}$$

$$w_{t0} = 1,00; \quad w_{d0} = 1,00$$

$$w_{t1} = 1,00; \quad w_{d1} = 1,00$$

$$Q_{0r} = \underline{81 877,67 \text{ zł/rok}} - (\text{koszt eksploatacji budynku ustalono dla mocy obliczeniowych, warunków standardowego sezonu ogrzewczego oraz obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku})$$

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

---

| Nr<br>war. | $Q_{1co}$<br>[GJ/rok] | $Q_{1cw}$<br>[GJ/rok] | $\eta_1$ | $Q_1$<br>[GJ/rok] | $q_{1co+cw}$<br>[MW] | $Q_{1r}$<br>[zł/rok] | $\Delta Q_r$<br>[zł/rok] | N *<br>[zł] | SPBT<br>[lat] | NPV<br>[zł] |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------|---------------|-------------|
| 1          | 2                     | 3                     | 4        | 5                 | 6                    | 7                    | 8                        | 9           | 10            | 11          |
| 1          | 411,01                | 14,33                 | 0,7857   | 523,11            | 0,06377              | 34 415,38            | 47 462,29                | 444 798,17  | 9,37          | 68 450      |
| 2          | 411,01                | 45,10                 | 0,7857   | 523,11            | 0,06377              | 35 836,64            | 46 041,03                | 334 448,17  | 7,26          | 163 430     |
| 3          | 411,02                | 45,10                 | 0,7857   | 523,13            | 0,06421              | 35 901,39            | 45 976,00                | 304 563,77  | 6,62          | 192 611     |
| 4          | 539,56                | 45,10                 | 0,7857   | 686,73            | 0,07911              | 45 618,45            | 36 259,00                | 208 570,95  | 5,75          | 183 527     |
| 5          | 792,80                | 45,10                 | 0,7857   | 1 009,04          | 0,10715              | 64 569,40            | 17 308,00                | 84 378,95   | 4,88          | 102 786     |

\* nakład na przedsięwzięcie termomodernizacyjne powiększono o koszt wykonania audytu energetycznego, projektów, nadzoru wysokości 29 520,00 zł

**7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”**

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego  | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) | Optymalna kwota kredytu                    | Premia termomodernizacyjna <sup>*)</sup> |                         |  |
|-----|--|----------------------------|------------------------------------|--|--|--|-------------------------|--|
|     |  |                            |                                    |  |  | 20% kredytu                              | 16% kosztów całkowitych | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii |
|     |  |                            |                                    |  |  | [zł]                                     | [zł]                    | [zł]   |
| 1   | 2  | 3                          | 4                                  | 5  | 6  | 7  | 8                       | 9  |
| 1.  | Modernizacja instalacji CWU<br>Docieplenie ścian piwnic<br>Docieplenie stropodachu<br>Docieplenie ścian zewnętrznych<br>Modernizacja instalacji CO | 444 798,17                 | 47 462,29                          | 62,4%  | 0,00 zł<br>0,0%<br>444 798,17 zł<br>100,0% | 88 959,63                                | <b>71 167,71</b>        | 94 924,58  |
| 2.  | Docieplenie ścian piwnic<br>Docieplenie stropodachu<br>Docieplenie ścian zewnętrznych<br>- Modernizacja instalacji CO                              | 334 448,17                 | 46 041,03                          | 60,2%  | 0,00 zł<br>0,0%<br>334 448,17 zł<br>100,0% | 66 889,63                                | <b>53 511,71</b>        | 92 082,06  |
| 3.  | Docieplenie stropodachu<br>Docieplenie ścian zewnętrznych<br>- Modernizacja instalacji CO  | 304 563,77                 | 45 976,00                          | 60,2%  | 0,00 zł<br>0,0%<br>304 563,77 zł<br>100,0% | 60 912,75                                | <b>48 730,20</b>        | 91 952,00  |
| 4.  | Docieplenie ścian zewnętrznych<br>- Modernizacja instalacji CO   | 208 570,95                 | 36 259,00                          | 48,8%  | 0,00 zł<br>0,0%<br>208 570,95 zł<br>100,0% | 41 714,19                                | <b>33 371,35</b>        | 72 518,00  |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) | Optymalna kwota kredytu                   | Premia termomodernizacyjna <sup>*)</sup> |                         |  |
|-----|---|----------------------------|------------------------------------|--|---|--|-------------------------|--|
|     |   |                            |                                    |  |   | 20% kredytu                              | 16% kosztów całkowitych | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii |
|     |   | [zł]                       | [zł/rok]                           | [%]  | [zł]<br>[%]                               | [zł]                                     | [zł]                    | [zł]   |
| 1   | 2   | 3                          | 4                                  | 5  | 6   | 7  | 8                       | 9  |
| 5.  | - Modernizacja instalacji CO                  | 84 378,95                  | 17 308,00                          | 26,2%  | 0,00 zł<br>0,0%<br>84 378,95 zł<br>100,0% | 16 875,79                                | <b>13 500,63</b>        | 34 616,00  |

\* wysokość premii termomodernizacyjnej wyznacza się jako minimum z wartości w kolumnach 7, 8, 9.

Optymalnym wariantem, spełniającym wszystkie warunki stawiane przez Ustawę oraz uwzględniającym życzenie Inwestora jest **wariant nr 3**.

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Po uzgodnieniu z inwestorem przyjęto za optymalny **wariant nr 3**, obejmujący następujące usprawnienia:

- Docieplenie stropodachu
- Docieplenie ścian zewnętrznych
- Modernizacja instalacji CO

Przedsięwzięcie to spełnia wszystkie warunki ustawowe i charakteryzują go następujące cechy:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 60,2 %.
2. Wartość NPV wynosi: 192 611 zł.
3. Planowane koszty całkowite dla części mieszkalnej wynoszą: 304 563,77 zł.
4. Wartości do wyznaczenia premii termomodernizacyjnej odpowiednio wynoszą:
  - 20% kredytu: 60 912,75 zł
  - 16% kosztów całkowitych: **48 730,20 zł**
  - dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii: 91 952,00 zł
5. Środki własne inwestora wyniosą 0,0 zł, czyli 0,0 % nakładów całkowitych.
6. Optymalna kwota kredytu wyniesie 304 563,77 zł, czyli 100,0% nakładów całkowitych.
7. Premia termomodernizacyjna jako minimum z wartości podanych w podpunkcie 4 wyniesie: **48 730,20zł.**

#### 8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

##### 8.1. Opis robót

W ramach **wariantu 3** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 4,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. metodą lekką–mokrą warstwą styropianu grubości 18 cm o  $\lambda = 0,04 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ). Koszt ocieplenia  $657,10 \text{ m}^2$  tych ścian wyniesie **124 192,00 zł.**
2. Ocieplić stropodach warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 5,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. matami lub granulatem z wełny mineralnej o grubości 28 cm o  $\lambda = 0,048 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ). Koszt ocieplenia  $525,70 \text{ m}^2$  stropu wyniesie **95 992,82 zł.**
3. Przeprowadzić modernizację instalacji centralnego ogrzewania. Zakres prac będzie obejmował: wyminę grzejników żeliwnych na grzejniki płytowe lub aluminiowe wraz z montażem zaworów i głowic termostatycznych, wykonanie izolacji na przewodach, płukanie instalacji oraz regulację hydrauliczną wraz z próbami szczelności. Koszt wykonania prac modernizacyjnych instalacji c.o i niezbędnymi pracami budowlano – demontażowymi wyniesie około **54 858,95 zł.**

W przypadku materiałów przyjmowanych do ocieplenia o lepszych lub gorszych parametrach cieplnych należy przeliczyć grubość warstwy ocieplającej. **Przyjęty w audycie rodzaj materiału docieplającego można zamienić na inny, ale spełniający wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego po termomodernizacji.**

**Uwaga:** Do wyżej wymienionych kosztów na poszczególne przedsięwzięcia termomodernizacyjne należy dodać koszt wykonania audytu energetycznego, projektu termomodernizacji oraz nadzoru robót w wysokości **29 520,00 zł**.

### 8.2. Charakterystyka finansowa

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Kalkulowany koszt robót wyniesie .....        | 304 563,77 zł            |
| Udział środków własnych inwestora .....       | 0,00 zł (0,00 %)         |
| Kredyt bankowy dla części mieszkalnej .....   | 304 563,77 zł (100,00 %) |
| Przewidywana premia termomodernizacyjna ..... | 56 803,30                |
| NPV .....                                     | 192 611 zł               |

### 8.3. Dalsze działania inwestora

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zorganizowanie przetargu na wykonanie niezbędnych projektów.
3. Zorganizowanie przetargu na wykonanie robót budowlanych i instalacyjnych.
4. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
5. Realizację robót i odbiór techniczny.
6. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.
8. Spłata kredytu.

# ZAŁĄCZNIK 1

## Dane do audytu energetycznego

- Z1.1** Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych,
- Z1.2** Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Z1.3** Jednostkowe koszty energii cieplnej





### Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku

Wyniki - Przegrody

| Symbol   | D                                 | Opis materiału                            | $\lambda$ | R                   |       |
|--|-----------------------------------|---|-----------|---------------------|-------|
|  | m                                 |   | W/(m·K)   | m <sup>2</sup> ·K/W |       |
| <b>DACH</b>  | Stropodach niewentylowany 86,0 cm |   |           |                     |       |
| Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |                                   |   |           |                     |       |
| PAPA-ASF   | 0,0100                            | Papa asfaltowa.                           | 0,180     | 0,056               |       |
| BETON-1900   | 0,0600                            | Beton zwykły z kruszywa kamiennego        | 1,000     | 0,060               |       |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:    |                                   |   |           |                     | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połączeń dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:      |                                   |   |           |                     | 0,276 |
| WEŁNA-STR  | 0,0300                            | Wełna mineralna luzem w stropie poddasza. | 0,052     | 0,577               |       |
| STR-ŻER-24   | 0,2400                            | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.     |           | 0,180               |       |
| TYNK-CW  | 0,0200                            | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.        | 0,820     | 0,024               |       |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                              |                                   |   |           |                     | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                           |                                   |   |           |                     | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |                                   |   |           |                     | 1,197 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                        |                                   |   |           |                     | 0,836 |
| <b>PNG</b>   | Podłoga na gruncie 42,0 cm        |   |           |                     |       |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne        |                                   |   |           |                     |       |
| Ściana przy podłodze: SZ   |                                   |   |           |                     |       |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,10 m                             |                                   |   |           |                     |       |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m                    |                                   |   |           |                     |       |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m                    |                                   |   |           |                     |       |
| PVC  | 0,0100                            | Wykładzina podłogowa PVC.                 | 0,200     | 0,050               |       |
| ŻELBET   | 0,1000                            | Żelbet.                                   | 1,700     | 0,059               |       |
| PAPA-ASF   | 0,0100                            | Papa asfaltowa.                           | 0,180     | 0,056               |       |
| GRUZOBETON   | 0,1500                            | Gruzobeton.                               | 1,000     | 0,150               |       |
| PIASEK-ŚR  | 0,1500                            | Piasek średni.                            | 0,400     | 0,375               |       |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]:      |                                   |   |           |                     | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |                                   |   |           |                     | 2,689 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                        |                                   |   |           |                     | 0,372 |
| <b>PWP</b>   | Podłoga w piwnicy 32,0 cm         |   |           |                     |       |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne         |                                   |   |           |                     |       |
| Ściana przy podłodze: SPG  |                                   |   |           |                     |       |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 1,95 m                             |                                   |   |           |                     |       |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,15                           |                                   |   |           |                     |       |
| BET-POSADZ   | 0,0200                            | Podkład z betonu pod posadzkę.            | 1,400     | 0,014               |       |
| BET-CHUDY  | 0,1500                            | Podkład z betonu chudego.                 | 1,050     | 0,143               |       |
| PIASEK-ŚR  | 0,1500                            | Piasek średni.                            | 0,400     | 0,375               |       |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]:      |                                   |   |           |                     | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                  |                                   |   |           |                     | 2,532 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                        |                                   |   |           |                     | 0,395 |

**Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie**

|   |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
|---|--------|---------------------------------------|--|--|--|---|-------|--|-------|--|--|
| SNP   |        |                                       |  |  |  | Strop ciepło do dołu 32,5 cm  |       |  |       |  |  |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne           |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| PVC   | 0,0050 | Wykładzina podłogowa PVC.             |  |  |  | 0,200   | 0,025 |  |       |  |  |
| BET-POSADZ  | 0,0400 | Podkład z betonu pod posadzkę.        |  |  |  | 1,400   | 0,029 |  |       |  |  |
| PŁYT-PIL-T  | 0,0200 | Płyty pilśniowe twarde.               |  |  |  | 0,180   | 0,111 |  |       |  |  |
| STR-ŻER-24  | 0,2400 | Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm. |  |  |  |   | 0,180 |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |       |  | 0,170 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |       |  | 0,170 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:             |       |  | 0,709 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                   |       |  | 1,410 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| SPG   |        |                                       |  |  |  | Ściana zewnętrzna przy gruncie 39,0 cm  |       |  |       |  |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| Podłoga przyległa do ściany: PWP  |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,20                                |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
| BETON-2200  | 0,3700 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego    |  |  |  | 1,300   | 0,285 |  |       |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m <sup>2</sup> ·K/W]: |       |  | 0,949 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:             |       |  | 1,258 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                   |       |  | 0,795 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| SZ  |        |                                       |  |  |  | Ściana zewnętrzna 60,0 cm   |       |  |       |  |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
| CEGŁA-PEŁN  | 0,2400 | Mur z cegły ceramicznej pełnej        |  |  |  | 0,770   | 0,312 |  |       |  |  |
| WAR.POW.SW  | 0,0800 | Warstwa powietrzna słabo wentylowana. |  |  |  |   | 0,090 |  |       |  |  |
| CEGŁA-PEŁN  | 0,2400 | Mur z cegły ceramicznej pełnej        |  |  |  | 0,770   | 0,312 |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |       |  | 0,130 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                      |       |  | 0,040 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:             |       |  | 0,746 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                   |       |  | 1,340 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| SZP   |        |                                       |  |  |  | Ściana zewnętrzna 41,0 cm   |       |  |       |  |  |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne              |        |                                       |  |  |  |   |       |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
| BETON-2200  | 0,3700 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego    |  |  |  | 1,300   | 0,285 |  |       |  |  |
| TYNK-CW   | 0,0200 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna.    |  |  |  | 0,820   | 0,024 |  |       |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                         |       |  | 0,130 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m <sup>2</sup> ·K/W]:                      |       |  | 0,040 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:             |       |  | 0,503 |  |  |
|   |        |                                       |  |  |  | Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:                   |       |  | 1,987 |  |  |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol     | Opis                                   | d     | Ri                  | Re                  | R                   | U                   | A              |
|------------|--|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
|            |  | m     | m <sup>2</sup> ·K/W | m <sup>2</sup> ·K/W | m <sup>2</sup> ·K/W | W/m <sup>2</sup> ·K | m <sup>2</sup> |
| DZ100/205  | Drzwi zewnętrzne L×H= 100,0×205,0 cm   |       |                     |                     |                     | 2,500               | 6,15           |
| DZ2110/205 | Drzwi zewnętrzne L×H= 110,0×205,0 cm   |       |                     |                     |                     | 2,500               | 4,51           |
| 100/150    | Okno zewnętrzne L×H= 100,0×150,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 4,50           |
| 100/165    | Okno zewnętrzne L×H= 100,0×165,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 19,80          |
| 100/190    | Okno zewnętrzne L×H= 100,0×190,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 3,80           |
| 240/210    | Okno zewnętrzne L×H= 240,0×210,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 20,16          |
| 240/215    | Okno zewnętrzne L×H= 240,0×215,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 165,12         |
| 240/280    | Okno zewnętrzne L×H= 240,0×280,0 cm    |       |                     |                     |                     | 1,700               | 13,44          |
| 90/90      | Okno zewnętrzne L×H= 90,0×90,0 cm      |       |                     |                     |                     | 1,700               | 5,67           |
| PNG        | Podłoga na gruncie 42,0 cm             | 0,420 | 2,000               |                     | 2,689               | 0,372               | 246,96         |
| PWP        | Podłoga w piwnicy 32,0 cm              | 0,320 | 2,000               |                     | 2,532               | 0,395               | 147,14         |
| SNP        | Strop ciepło do dołu 32,5 cm           | 0,325 | 0,170               | 0,170               | 0,709               | 1,410               | 154,80         |
| DACH       | Stropodach niewentylowany 86,0 cm      | 0,860 | 0,100               | 0,040               | 1,197               | 0,836               | 500,66         |
| SZP        | Ściana zewnętrzna 41,0 cm              | 0,410 | 0,130               | 0,040               | 0,503               | 1,987               | 19,31          |
| SZ         | Ściana zewnętrzna 60,0 cm              | 0,600 | 0,130               | 0,040               | 0,746               | 1,340               | 547,57         |
| SPG        | Ściana zewnętrzna przy gruncie 39,0 cm | 0,390 | 0,949               |                     | 1,258               | 0,795               | 129,91         |

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

| Symbol   | Opis                            | θ <sub>int,H</sub> | A              | A <sub>u</sub> | V              | Rzędna podłogi | H <sub>i</sub> | n   | V <sub>v</sub>    | θ <sub>v</sub> |
|----------|---------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-------------------|----------------|
|          |                                 | °C                 | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> |                | m              | 1/h | m <sup>3</sup> /h | °C             |
| PIWNICA  | Pom. pomocnicze z oknem PIWNICA | 8,0                | 110,59         | 110,59         | 287,5          | -2,90          | 2,60           | 0,5 | 143,8             | -22,0          |
| PARTER   | Biuro PARTER                    | 20,0               | 378,04         | 378,04         | 1209,7         | 0,00           | 3,20           | 1,0 | 1209,7            | -22,0          |
| I PIĘTRO | Biuro I PIĘTRO                  | 20,0               | 378,04         | 378,04         | 1209,7         | 3,50           | 3,20           | 1,0 | 1209,7            | -22,0          |

## Z 1.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

|   |  |
|---|--|
| – jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową        | $V_{wi} = 0,35 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{dzień}),$   |
| – powierzchnia o regulowanej temperaturze                           | $A_F = 866,7 \text{ m}^2,$   |
| – współczynnik korekcyjny   | $k_r = 0,70,$  |
| – roczne zużycie c.w.u.   | $V_{cw} = 77,50 \text{ m}^3,$  |
| – średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę                            | $q_{dśr} = 0,21 \text{ m}^3/\text{d},$   |
| – max. moc cieplna na cele c.w.u.                                   | $q_{0,1 \text{ cwu max.}} = 2,38 \text{ kW},$  |
| – zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody           | $Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$<br>$Q_{cwj} = 4,2 \times 1\,000 \times (55 - 10) =$<br>$= 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,189 \text{ GJ/m}^3$ |
| – zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.                 | $Q'_{cw} = 30,78 \text{ GJ},$  |
| – sprawność instalacji c.w.u.                                       | $\eta_{w,0} = 0,3240$  |
| – zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością, | $Q_{0cw} = 45,10 \text{ GJ},$  |
| – całkowity koszt podgrzewu c.w.u.                                  | $2\,428,15 \text{ zł/rok},$  |
| – średni koszt $1 \text{ m}^3$ c.w.u.                               | $31,33 \text{ zł/m}^3,$  |

### Określenie sprawności systemu c.w.u. przed modernizacją systemu c.w.u.

1. Sprawność wytwarzania :  
 $\eta_g = 0,90$
2. Sprawność przesyłania :  
 $\eta_d = 0,60$
3. Sprawność wykorzystania:  
 $\eta_e = 1,00,$
4. Sprawność akumulacji :  
 $\eta_s = 0,60$

### Określenie sprawności systemu c.w.u. po modernizacji systemu c.w.u.

1. Sprawność wytwarzania :  
 $\eta_g = 0,90$
2. Sprawność przesyłania :  
 $\eta_d = 0,80$
3. Sprawność wykorzystania:  
 $\eta_e = 1,00,$
4. Sprawność akumulacji :  
 $\eta_s = 0,85$

### Z 1.3 Jednostkowe koszty energii ciepłej dla stanu istniejącego

Cennik stawek i opłat za ciepło w wodzie Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej w Grajewie Sp. z o.o. na potrzeby co i cwu

| L.p. | Treść           | Jednostka | Ceny i stawki opłat w zł. |
|------|-----------------|-----------|---------------------------|
|      |                 |           | Brutto                    |
| 1.   | Moc zamówiona   | zł/MW/m-c | 9 928,20                  |
| 2.   | Przesył zmienny | zł/MW/m-c | 2 161,17                  |
| 3.   | Energia ciepła  | zł/GJ     | 35,82                     |
| 4.   | Przesył zmienny | zł/GJ     | 10,36                     |



## **ZAŁĄCZNIK 2**

### **Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło**





Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

### Z 2.1. Zapotrzebowanie na ciepło w stanie istniejącym budynku

Wyniki - Ogólne

| Podstawowe informacje:   |   |                        |
|--|---|------------------------|
| Nazwa projektu:  | AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU  |                        |
|  | UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ   |                        |
| Miejscowość:   | GRAJEWO   |                        |
| Adres:   | UL. KONSTYTUCJI 3 MAJA 2B   |                        |
| Projektant:  | MARCIN ROGALSKI   |                        |
| Data obliczeń:   | Poniedziałek 17 Października 2016 21:12   |                        |
| Data utworzenia projektu:                                      | Poniedziałek 17 Października 2016 21:12   |                        |
| Plik danych:   | C:\Users\MARCIN\Documents\01 AUDYTY\133 GRAJEWO<br>DPS\DPS GRAJEWO 17.10.2016.ozd |                        |
| Normy:   |   |                        |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                   | PN-EN ISO 6946  |                        |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:             | PN-EN 12831:2006  |                        |
| Norma na obliczanie E:   | PN-EN ISO 13790   |                        |
| Dane klimatyczne:  |   |                        |
| Strefa klimatyczna:  | IV  |                        |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :                 | -22   | °C                     |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :         | 6,9   | °C                     |
| Stacja meteorologiczna:  | Białystok   |                        |
| Grunt:   |   |                        |
| Rodzaj gruntu:   | Piasek lub żwir   |                        |
| Pojemność cieplna:   | 2,000   | MJ/(m <sup>3</sup> ·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :                | 3,167   | m                      |
| Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :                 | 2,0   | W/(m·K)                |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                            |   |                        |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:                             | 866,7   | m <sup>2</sup>         |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:                                 | 2707,0  | m <sup>3</sup>         |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :          | 72086   | W                      |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :               | 36016   | W                      |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                    | 107145  | W                      |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                           | 0   | W                      |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :            | 107145  | W                      |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                        |   |                        |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ : | 123,6   | W/m <sup>2</sup>       |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :    | 39,6  | W/m <sup>3</sup>       |

**Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie**

| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |                   |                           |
|---|-------------------|---------------------------|
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 189,5             | m <sup>3</sup> /h         |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :                           |                   | m <sup>3</sup> /h         |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :                         |                   | m <sup>3</sup> /h         |
| Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :                                      |                   | m <sup>3</sup> /h         |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :                           |                   | m <sup>3</sup> /h         |
| Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :  |                   | m <sup>3</sup> /h         |
| Średnia liczba wymian powietrza $n$ :                                     | 0,9               |                           |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 2563,2            | m <sup>3</sup> /h         |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -22,0             | °C                        |
|   |                   |                           |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |                   |                           |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok         |                           |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie                         |                   |                           |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_v, H$ :                   | 3036,9            | m <sup>3</sup> /h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_H, nd$ :                        | 792,80            | GJ/rok                    |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_H, nd$ :                        | 220222            | kWh/rok                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :                                    | 867               | m <sup>2</sup>            |
| Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :  | 2707,0            | m <sup>3</sup>            |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :                          | 914,8             | MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :                          | 254,1             | kWh/(m <sup>2</sup> ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :                          | 292,9             | MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :                          | 81,4              | kWh/(m <sup>3</sup> ·rok) |
|   |                   |                           |
| Parametry obliczeń projektu:  |                   |                           |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$ :            | 4,0               | K                         |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:        |                   |                           |
| Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$                                |                   |                           |
| Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$ :                            | 16                | °C                        |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich                               |                   |                           |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane:                                   | Tak               |                           |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:                                |                   |                           |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:                          | Nie               |                           |
|   |                   |                           |
| Domyślne dane do obliczeń:  |                   |                           |
| Typ budynku:  | Biurowy lub adm.  |                           |
| Typ konstrukcji budynku:  | Średnia           |                           |
| Typ systemu ogrzewania w budynku:   | Konwekcyjne       |                           |
| Osłabienie ogrzewania:  | Bez osłabienia    |                           |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach:                                       | Indywidualna reg. |                           |
| Stopień szczelności obudowy budynku:                                      | Średni            |                           |
| Krotność wymiany powietrza wewn. $n_{50}$ :                               | 3,5               | 1/h                       |
| Klasa osłonięcia budynku:   | Dobre osłonięcie  |                           |
|   |                   |                           |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji:                                       |                   |                           |
| System wentylacji:  | Naturalna         |                           |
| Temperatura powietrza nawiewanego $\theta_{su}$ :                         |                   | °C                        |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego $\theta_c$ :                        | 20,0              | °C                        |
|   |                   |                           |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji:     |            |                |
|---|------------|----------------|
| Temperatura dopływającego powietrza $\theta_{ex,rec}$ : | 20,0       | °C             |
| Projektowa sprawność rekuperacji $\eta_{recup}$ :       | 70,0       | %              |
| Sezonowa sprawność rekuperacji $\eta_{E,recup}$ :       | 49,0       | %              |
| Projektowy stopień recyrkulacji $\eta_{recir}$ :        |            | %              |
| Sezonowy stopień recyrkulacji $\eta_{E,recir}$ :        |            | %              |
| Geometria budynku:                                      |            |                |
| Rzędna poziomu terenu:                                  | -0,70      | m              |
| Domyślna rzędna podłogi Lf:                             |            | m              |
| Rzędna wody gruntowej:                                  | -3,80      | m              |
| Domyślna wysokość kondygnacji H:                        |            | m              |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów Hi:         |            | m              |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie Ag:                 | 378,04     | m <sup>2</sup> |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. Pg:      | 93,60      | m              |
| Obrót budynku:  | Bez obrotu |                |
| Statystyka budynku:                                     |            |                |
| Liczba kondygnacji:                                     | 3          |                |
| Liczba stref budynku:                                   | 3          |                |
| Liczba grup pomieszczeń:                                | 3          |                |
| Liczba pomieszczeń:                                     | 3          |                |
|   |            |                |

## Z 2.2. Zapotrzebowanie na ciepło w poszczególnych wariantach termomodernizacji

### WARIANT 2 – OPTYMALNY

Wyniki - Ogólne

| Podstawowe informacje:  |  |                   |
|---|--|-------------------|
| Nazwa projektu:   | AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU   |                   |
|   | UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ  |                   |
| Miejscowość:  | GRAJEWO  |                   |
| Adres:  | UL. KONSTYTUCJI 3 MAJA 2B  |                   |
| Data obliczeń:  | Poniedziałek 17 Października 2016 23:07  |                   |
| Data utworzenia projektu:   | Poniedziałek 17 Października 2016 23:07  |                   |
| Plik danych:  | C:\Users\MARCIN\Documents\01 AUDYTY\133 GRAJEWO DPS\DPS GRAJEWO 17.10.2016 MOD 1 SZ, SNOK, SZPIW.ozd |                   |
| Normy:  |  |                   |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946   |                   |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006   |                   |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790  |                   |
| Dane klimatyczne:   |  |                   |
| Strefa klimatyczna:   | IV   |                   |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :                          | -22  | °C                |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 6,9  | °C                |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok  |                   |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |  |                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 866,7  | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 2707,0   | m <sup>3</sup>    |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 29220  | W                 |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 36016  | W                 |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 63770  | W                 |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0  | W                 |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 63770  | W                 |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |  |                   |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 73,6   | W/m <sup>2</sup>  |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 23,6   | W/m <sup>3</sup>  |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |  |                   |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 189,5  | m <sup>3</sup> /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :                           |  | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n:  | 0,9  |                   |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 2563,2   | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -22,0  | °C                |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |  |                   |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok  |                   |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie |        |        |              |
|---|--------|--------|--------------|
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie      | Vv,H:  | 3036,9 | m3/h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 411,01 | GJ/rok       |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 114169 | kWh/rok      |
| Powierzchnia ogrzewana budynku                    | AH:    | 867    | m2           |
| Kubatura ogrzewana budynku                        | VH:    | 2707,0 | m3           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 474,2  | MJ/(m2·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 131,7  | kWh/(m2·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 151,8  | MJ/(m3·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 42,2   | kWh/(m3·rok) |
|   |        |        |              |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

### WARIANT 3

Wyniki - Ogólne

| Podstawowe informacje:  |   |                   |
|---|---|-------------------|
| Nazwa projektu:   | AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU  |                   |
|   | UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ   |                   |
| Miejscowość:  | GRAJEWO   |                   |
| Adres:  | UL. KONSTYTUCJI 3 MAJA 2B   |                   |
| Data obliczeń:  | Poniedziałek 17 Października 2016 23:06   |                   |
| Data utworzenia projektu:   | Poniedziałek 17 Października 2016 23:06   |                   |
| Plik danych:  | C:\Users\MARCIN\Documents\01 AUDYTY\133 GRAJEWO DPS\DPS GRAJEWO 17.10.2016 MOD 2 SZ, SNOK.ozd |                   |
| Normy:  |   |                   |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946  |                   |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006  |                   |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790   |                   |
| Dane klimatyczne:   |   |                   |
| Strefa klimatyczna:   | IV  |                   |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :                          | -22   | °C                |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 6,9   | °C                |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok   |                   |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |   |                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 866,7   | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 2707,0  | m <sup>3</sup>    |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 29220   | W                 |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 36016   | W                 |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 64210   | W                 |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0   | W                 |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 64210   | W                 |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |   |                   |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 74,1  | W/m <sup>2</sup>  |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 23,7  | W/m <sup>3</sup>  |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |   |                   |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 189,5   | m <sup>3</sup> /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :                           |   | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n:  | 0,9   |                   |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 2563,2  | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -22,0   | °C                |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |   |                   |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok   |                   |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie |        |        |              |
|---|--------|--------|--------------|
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie      | Vv,H:  | 3036,9 | m3/h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 411,02 | GJ/rok       |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 114171 | kWh/rok      |
| Powierzchnia ogrzewana budynku                    | AH:    | 867    | m2           |
| Kubatura ogrzewana budynku                        | VH:    | 2707,0 | m3           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 474,2  | MJ/(m2·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 131,7  | kWh/(m2·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 151,8  | MJ/(m3·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 42,2   | kWh/(m3·rok) |
|   |        |        |              |

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

## WARIANT 4

Wyniki - Ogólne

| Podstawowe informacje:  |   |                   |
|---|---|-------------------|
| Nazwa projektu:   | AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU  |                   |
|   | UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ   |                   |
| Miejscowość:  | GRAJEWO   |                   |
| Adres:  | UL. KONSTYTUCJI 3 MAJA 2B   |                   |
| Data obliczeń:  | Poniedziałek 17 Października 2016 23:03   |                   |
| Data utworzenia projektu:   | Poniedziałek 17 Października 2016 23:03   |                   |
| Plik danych:  | C:\Users\MARCIN\Documents\01 AUDYTY\133 GRAJEWO DPS\DPS GRAJEWO 17.10.2016 MOD 3 SZ.ozd |                   |
| Normy:  |   |                   |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:                              | PN-EN ISO 6946  |                   |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:                        | PN-EN 12831:2006  |                   |
| Norma na obliczanie E:  | PN-EN ISO 13790   |                   |
| Dane klimatyczne:   |   |                   |
| Strefa klimatyczna:   | IV  |                   |
| Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :                          | -22   | °C                |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :                    | 6,9   | °C                |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok   |                   |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku:                                       |   |                   |
| Powierzchnia ogrzewana budynku AH:  | 866,7   | m <sup>2</sup>    |
| Kubatura ogrzewana budynku VH:  | 2707,0  | m <sup>3</sup>    |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :                     | 44123   | W                 |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :                          | 36016   | W                 |
| Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :                               | 79113   | W                 |
| Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :                                      | 0   | W                 |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :                       | 79113   | W                 |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:                                   |   |                   |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :            | 91,3  | W/m <sup>2</sup>  |
| Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :               | 29,2  | W/m <sup>3</sup>  |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: |   |                   |
| Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :                                       | 189,5   | m <sup>3</sup> /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$ :                           |   | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n:  | 0,9   |                   |
| Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :                                | 2563,2  | m <sup>3</sup> /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :                  | -22,0   | °C                |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790  |   |                   |
| Stacja meteorologiczna:   | Białystok   |                   |



Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie |        |        |              |
|---|--------|--------|--------------|
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie      | Vv,H:  | 3036,9 | m3/h         |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 539,56 | GJ/rok       |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie            | QH,nd: | 149878 | kWh/rok      |
| Powierzchnia ogrzewana budynku                    | AH:    | 867    | m2           |
| Kubatura ogrzewana budynku                        | VH:    | 2707,0 | m3           |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 622,6  | MJ/(m2·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EAH:   | 172,9  | kWh/(m2·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 199,3  | MJ/(m3·rok)  |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie             | EVH:   | 55,4   | kWh/(m3·rok) |
|   |        |        |              |



## **ZAŁĄCZNIK 3**

### **Modernizacja oświetlenia**

Opracowanie dotyczy audytu energetycznego budynku MOPS w Grajewie.

Modernizacja oświetlenia nie wpłynie na zużycie energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody użytkowej, natomiast ma bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej. Przedsięwzięcie modernizacyjne dotyczące oświetlenia nie podlegają warunkom określonym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. Nr 223, poz. 1459, dlatego nie rozpatrywano go w audycie energetycznym.

Proponuje się modernizację oświetlenia, polegającą na wymianie istniejącego oświetlenia żarowego i jarzeniowego na oświetlenie LED. Ze względu na bardzo zły stan techniczny obecnego oświetlenia tj. źródeł i opraw oświetleniowych proponowana jest całkowita wymiana źródeł i opraw oświetleniowych. Dodatkowo na potrzeby oświetlenia przedstawiono możliwość zastosowania mikro elektrowni fotowoltaicznych.

Zestawienie oświetlenia w stanie istniejącym i po modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

| Typ oświetlenia | Sztuk | Moc jednostkowa | Moc zainstalowana | Sztuk | Moc jednostkowa po modernizacji | Moc zainstalowana po modernizacji | Cena jedn. (LED) | Nakłady łącznie |
|-----------------|-------|-----------------|-------------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|
|                 |       | W               | W                 |       | W                               | W                                 | zł/szt.          | zł              |
| żarowa          | 30    | 60              | 1 800             | 30    | 10                              | 300                               | 51,00            | 1 530,00        |
| jarzeniowa      | 53    | 36              | 1 908             | 53    | 12                              | 636                               | 119,00           | 6 307,00        |
| <b>RAZEM</b>    |       |                 | <b>3 708</b>      |       |                                 | <b>936</b>                        |                  | <b>7 837,00</b> |

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym wynosi: **3 708 W**

Moc oświetlenia po modernizacji będzie wynosić: **936 W**

Przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki, czas pracy instalacji w budynkach biurowych równy 2 250 h w dzień oraz 250 h nocą.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej położonego  
przy ul. Konstytucji 3-go Maja 2B w Grajewie

---

|                           |   |
|---------------------------|---|
| – dla stanu istniejącego  | $3\,708\text{ W} \times 2\,500\text{ h} / 1000 = 9\,270\text{ kWh}$ , |
| – po modernizacji         | $936\text{ W} \times 2\,500\text{ h} / 1000 = 2\,340\text{ kWh}$ ,    |
| stąd oszczędności wyniosą | <b>6 930 kWh/rok</b>  |

MOPS w Grajewie rozliczane jest za energię elektryczną według taryfy C11. Koszt jednostkowy opłaty za energię elektryczną (bez stawki opłaty handlowej, sieciowej, abonamentowej oraz opłaty przejściowej – która jest stała) wynosi (dane faktura użytkownika):

$$0,4632\text{ zł/kWh} \times 1,23 = 0,5697\text{ zł/kWh}$$

Oszczędności wyniosą:

$$6\,930\text{ kWh} \times 0,5697\text{ zł/kWh} = \mathbf{3\,948,02\text{ zł/rok}}$$

Natomiast SPBT:

$$7\,837,00\text{ zł} / 3\,948,02\text{ zł/rok} = \mathbf{1,99\text{ roku}}$$

Średnia moc oprawy po modernizacji 11,3 W.

Proponowana mikro elektrownia fotowoltaiczna o mocy 3kWp i rocznej produkcji około 2 730 kWh zrealizuje zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia.

Koszt elektrowni wraz z montażem wyniesie **19 000,00 zł**.

Oszczędności wyniosą :

$$2\,730\text{ kWh} \times 0,5697\text{ zł/kWh} = \mathbf{1\,555,28\text{ zł/rok}}$$

Natomiast SPBT:

$$19\,000,00\text{ zł} / 1\,555,28\text{ zł/rok} = \mathbf{12,22\text{ roku}}$$



## **ZAŁĄCZNIK 4**

### **Rzuty i przekroje budynku**

