



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko

Unia Europejska
Fundusz Spójności



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

| | |
|------------------|--|
| Adres budynku | aleja: Marszałka Józefa Piłsudskiego 59 kod: 10-950 miejscowość Olsztyn powiat: olsztyński województwo: warmińsko-mazurskie |
| Wykonawca audytu | Imię i nazwisko : Jakub Szymanowicz tytuł zawodowy: mgr inż. Energetyk |

Za zgodność kserokopii
z oryginałem
data: 26.02.2018 podpis:

M. Dyjalski

| TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|
| 1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | użyteczności publicznej | 1.2. Rok budowy | |
| 1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL) | Izba Skarbowa al.. Marszałka Piłsudskiego 59A 10-950 Olsztyn | 1.4. Adres budynku ul. Marszałka Piłsudskiego 59 kod 10-950 Olsztyn powiat olsztyński woj. warmińsko-mazurskie | |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt SOLISA ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław REGON: 360380720 | | | |
| 3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Jakub Szymanowicz ul. Ślężna 188/3, 53-113 Wrocław; PESEL: 90091102732 Zrzeszenie Audytorów Energetycznych - 1879 Sporządzanie świadectw energetycznych - 12020 <i>podpis</i> | | | |
| 4. Współautorzy audytu: Imlona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | | Zakres udziału w opracowaniu audytu |
| 1 | - | | - |
| 5. Miejscowość | Wrocław | Data wykonania opracowania | 06.10.2016 |
| 6. Spis treści | | | |
| 1. Strona tytułowa 4 | | | |
| 2. Karta audytu energetycznego | | | |
| 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wyliczenia i uwagi Inwestora budowlanego budynku | | | |
| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku | | | |
| 5. Ocena stanu technicznego budynku | | | |
| 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych | | | |
| 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 8. Opis wariantu optymalnego | | | |

| TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|
| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | wielka płyta/murowane | bez zmian |
| 2. | Liczba kondygnacji | 5/1 | bez zmian |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 11 430 | bez zmian |
| 4. | Powierzchnia budynku netto [m ²] | 3 653 | bez zmian |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²] | 0 | bez zmian |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 3 653 | bez zmian |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | bez zmian |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 200 | bez zmian |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | węzeł | węzeł |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | węzeł | węzeł |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | 0,32 | bez zmian |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K] | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne | 0,549; 0,573; 0,685; 0,192; 0,209 | 0,191; 0,194; 0,194; 0,192; 0,209 |
| 2. | Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 0,386; 0,357; 0,563; 0,376; 0,362 | 0,148; 0,148; 0,148; 0,149; 0,147 |
| 3. | Strop nad piwnicą | - | - |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | 0,257 | 0,257 |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | 2,0 | 0,9 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne / bramy | 2,5 | 1,1 |
| 7. | Inne | - | - |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,93 | 0,93 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,90 | 0,96 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,85 | 0,88 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-] | 0,85 | 0,85 |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-] | 0,95 | 0,95 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,91 | 0,91 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,70 | 0,70 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 1,00 | 1,00 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | 1,00 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | naturalna | naturalna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | okna/kanaly | okna/kanaly |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h] | 7 746 | 396 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 0,68 | 0,03 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 288,1 | 238,2 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 8,7 | 8,7 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1126 | 751 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1280 | 768 |

| | | | |
|--|--|----------|-----------|
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 97 | 97 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok] | 85,59 | 57,11 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok] | 97,33 | 58,40 |
| 10. | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0% | 0% |
| 7. Opłaty jednostkowe | | | |
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ] | 54,68 | 54,68 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)] | 9082,57 | 9082,57 |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³] | 13,40 | 13,40 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)] | 9082,57 | 9082,57 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)] | 2,33 | 1,55 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Inne [zł/] | - | - |
| 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię | | [%] | 37% |
| Planowane koszty całkowite | | [zł] | 1 429 920 |
| Roczna oszczędność kosztów energii | | [zł/rok] | 34 082 |

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Archiwalna dokumentacja budowlana

3.2. Inne dokumenty

Książka obiektu

Normy i rozporządzenia:

- * Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz.1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 20145 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.
- * Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- * Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- * Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- * Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- * Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

* Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Osoby udzielające informacji

Anna Rogala

3.4. Data wizji lokalnej

IX.2016

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

W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:

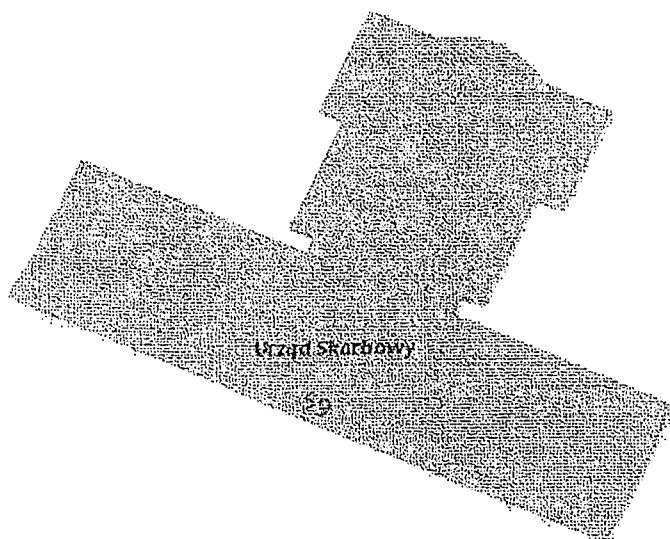
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropodachu,
- modernizacja systemu grzewczego,

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

| | |
|-----------------------|---|
| Własność | Urząd Skarbowy w Olsztynie |
| Przeznaczenie budynku | użyteczności publicznej |
| Adres | al. Marszałak Józefa Piłsudskiego 59a, 10-950 Olsztyn |
| Budynek | urząd |
| Technologia budowy | wielka płyta / murowana |

4.2. Rzut budynku



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 5 oraz 1 kondygnacji nadziemnej ze ścianami z wielkiej płyty oraz murowanymi. System WK70; żelbet 24cm, styropian 5cm; beton 48cm, styropian 15cm;

Stropodach wentylowany. Papa na płytach korytkowych, ocieplony wełna mineralną 12cm, sufit z płyt żelbetonowych; papa na płytach korytkowych, ocieplony wełna mineralną 12cm, sufit z płyt żerańskich;

Okna PCV. Zgodnie z dokumentacją $U=1,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych | | Dane w stanie Istniejącym |
|-----|---|-------|---------------------------|
| 1. | Zamówiona moc cieplna na co | [kW] | - |
| 2. | Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr}) | [kW] | - |
| 3. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na co | [kW] | 288,1 |
| 4. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu | [kW] | 8,7 |
| 5. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 1125,7 |
| 6. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 1280,0 |
| 7. | Taryfa opłat (z VAT) | | |
| | opłata stała | zł/MW | 9 082,57 |
| | opłata zmienna | zł/GJ | 54,68 |
| | opłata abonamentowa | zł | 0,00 |

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Typ instalacji | Wezeł cieplny. |
| 2. | Parametry pracy instalacji | 70/55 |
| 3. | Przewody w instalacji | Nie ocieplone |
| 4. | Rodzaje grzejników | Żeliwne |
| 5. | Oslonięcie grzejników | Brak |
| 6. | Zawory termostatyczne | Tak |
| 7. | Zabezpieczenie | Zawór bezpieczeństwa |
| 8. | Odpowietrzenie | Autoamlyczne |
| 8. | Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę | 16/5 |
| 9. | Modernizacja instalacji po roku 1984 | - |

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

| Lp. | Opis | Wartość współczynnika | |
|-----|---|-----------------------|------|
| 1 | Wytwarzanie ciepła | η_g | 0,93 |
| 2 | Przesyłanie ciepła | η_d | 0,90 |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie | η_e | 0,85 |
| 4 | Akumulacja ciepła | η_s | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$ | η_{tot} | 0,71 |
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | W_t | 0,85 |
| 7 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | W_d | 0,95 |

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---|
| 1. | Rodzaj instalacji | Ciepła woda przygotowywana w węźle ciepłowniczym. |
| 2. | Piony i ich izolacja | brak |
| 3. | Opomiarowanie (wodomierze indywidualne) | Brak |
| 4. | Zbiornik akumulacyjny | nie |

4.7. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Stan dobry.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | grawitacyjna |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h | 7 746 |

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Przegrody częściowo ocieplone.

5.2. Okna i drzwi

Okna PCV szczelne. Stan bardzo dobry.

5.3 System grzewczy

Wezeł cieplny stan dobry. Stara instalacja.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Wezeł cieplny z cyrkulacją stan dobry.

5.5 Wentylacja

Nie zauważono problemów.

**Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy
zawiera poniższa tabela**

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwość i sposób poprawy |
|-----|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | <u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody częściowo ocieplone. | Należy docieplić przegrody zewnętrzne. |
| 2 | <u>Okna</u> Okna PCV stan bardzo dobry. | Nie przewiduje się zmian |
| 3 | <u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie zauważono problemów. | Nie przewiduje się zmian |
| 4 | <u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Wezeł ciepły z cyrkulacją stan dobry. | Nie przewiduje się zmian |
| 5 | <u>System grzewczy</u> Wezeł ciepły. Stara instalacja. | Proponuje się kompleksową modernizację c.o. |

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

| L.p. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne | Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda bezspoinowa (styropian) |
| 2. | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach | Ocieplenie stropu wełna granulowana |
| 3. | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą. | Ocieplenie stropu wełna mineralną |
| 4. | Podwyższenie sprawności instalacji c.o. | Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. |

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

| L.p. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|------|---|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego | Ocieplenie ścian zewnętrznych |
| | | Ocieplenie stropodachu |
| | | Ocieplenie stropu nad piwnicą. |

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Wyszczególnienie | W stanie obecnym | Po termo-modernizacji | jedn. |
|------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| $t_{\text{wewnetrzna}}$ | 19,5 | 19,5 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{piwnicy} | #ADR! | #ADR! | |
| $t_{\text{zewnetrzna}}$ | -22,0 | -22,0 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Sd dla przegród zewnętrznych | 4 001 | 4 001 | dzień K'a |
| Sd dla stropu nad piwnicą | #ADR! | #ADR! | |
| $O_{0m.}$ | 9 082,57 | 9 082,57 | zł/(MW mc) |
| $O_{0z.}$ c.o. | 54,68 | 54,68 | zł/GJ |
| $A_{b0.}$ | 0,00 | 0,00 | zł/m-c |
| $O_{1m.}$ | 9 082,57 | 9 082,57 | zł/(MW mc) |
| $O_{1z.}$ c.w.u. | 54,68 | 54,68 | zł/GJ |
| $A_{b1.}$ | 0,00 | 0,00 | zł/m-c |

| 7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|--|--------------------|-----------------|--|----------|--------------------|
| | | | | Ściany zewn. bud. głównego - system WK70 | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 970 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} | = | 970 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan Istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,12 | 0,13 | 0,15 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,549 | 0,201 | 0,191 | 0,173 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 184,1 | 67,3 | 64,0 | 58,1 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{10}) \cdot U_c$ | MW | 0,0221 | 0,0081 | 0,0077 | 0,0070 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_{ni}$ | zł/a | | 7 911 | 8 137 | 8 535 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 195 | 200 | 210 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 189 150 | 194 000 | 203 700 |
| 9 | SPBT = N _U / ΔO _{ru} | lata | | 23,9 | 23,8 | 23,9 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 194 000 zł | SPBT= | 23,8 lat | |

| 7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|--|---|--------------------|-----------------|--|----------|--------------------|
| | | | | Ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 230 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} | = | 230 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis wariantu | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,12 | 0,13 | 0,15 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,573 | 0,204 | 0,194 | 0,176 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 45,6 | 16,2 | 15,4 | 14,0 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0055 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0017 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/a | | 1 999 | 2 055 | 2 142 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 195 | 200 | 210 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 44 850 | 46 000 | 48 300 |
| 9 | SPBT = N _U / ΔO _{ru} | lata | | 22,4 | 22,4 | 22,5 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 46 000 zł | SPBT= | 22,4 lat | |

| 7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|--|---|--|---------------------|---|----------|--------|
| | | | | Ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej | | |
| Dane: | | powierzchnia przegrody do obliczania strat | A = | 118 m ² | | |
| | | powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{kosz} = | 118 m ² | | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 3 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,685 | 0,205 | 0,194 | 0,176 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 27,9 | 8,4 | 7,9 | 7,2 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0034 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0009 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/a | | 1 330 | 1 355 | 1 404 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 200 | 205 | 215 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 23 600 | 24 190 | 25 370 |
| 9 | SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 17,7 | 17,9 | 18,1 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 24 190 zł | SPBT = | 17,9 lat | |

| 7.3.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|--|---|--------------------|-----------------|---|---------|--------------------|
| | | | | stropodach wentylowany 1A - bud. główny | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 487 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} | = | 487 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu wełny granulowanej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| 3 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,368 | 0,153 | 0,148 | 0,138 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 61,9 | 25,8 | 24,9 | 23,2 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0074 | 0,0031 | 0,0030 | 0,0028 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/a | | 2 443 | 2 503 | 2 617 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 45 | 50 | 60 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 21 915 | 24 350 | 29 220 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 9,0 | 9,7 | 11,2 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 24 350 zł | SPBT= | 9,7 lat | |

| 7.3.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | Przegroda | | | | |
|---|---|---|-----------------|--------------------|----------|--------|
| | | stropodach wentylowany 1B - bud. główny | | | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | A | = | 112 m ² | | |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | A _{kosz} | = | 112 m ² | | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu wełny granulowanej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan Istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,357 | 0,151 | 0,146 | 0,137 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 13,8 | 5,9 | 5,7 | 5,3 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0017 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/a | | 541 | 552 | 585 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 45 | 50 | 60 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 5 040 | 5 600 | 6 720 |
| 9 | SPBT = N _U /ΔO _{ru} | lata | | 9,3 | 10,1 | 11,5 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 5 600 zł | SPBT= | 10,1 lat | |

| 7.3.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|---|--------------------|-----------------|--|----------|-------------------|
| | | | | dach na budynku głównym - odwodnienie | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 39 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} | = | 39 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,18 | 0,19 | 0,21 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,563 | 0,154 | 0,148 | 0,137 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^6 \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 7,6 | 2,1 | 2,0 | 1,8 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0009 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | z/a | | 377 | 383 | 393 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | z/m ² | | 115 | 120 | 130 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 4 485 | 4 680 | 5 070 |
| 9 | SPBT = N _U / ΔO _{ru} | lata | | 11,9 | 12,2 | 12,9 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 4 680 zł | SPBT= | 12,2 lat | |

| 7.3.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|--|--------------------|-----------------|---------------------------------------|-------------------|---------|
| | | | | stropodach wentylowany nad łącznikiem | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A = | 12 m ² | |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} = | 12 m ² | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu wełny granulowanej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,375 | 0,154 | 0,149 | 0,139 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 1,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/a | | 66 | 66 | 66 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 45 | 50 | 60 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 540 | 600 | 720 |
| 9 | SPBT = N _U /ΔO _{ru} | lata | | 8,2 | 9,1 | 10,9 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : 600 zł | | SPBT= | | 9,1 lat |

| 7.3.5. Ocena opłacalności wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | Przegroda | | | | |
|---|---|--|---------------------|--------------------|---------|--------|
| | | stropodach wentylowany część niska stara | | | | |
| Dane: | | powierzchnia przegrody do obliczania strat | A = | 154 m ² | | |
| | | powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{kosz} = | 154 m ² | | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropodachu przy użyciu wełny granulowanej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| 3 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,362 | 0,152 | 0,147 | 0,137 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^6 \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 19,3 | 8,1 | 7,8 | 7,3 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^6 \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{w1}) \cdot U_c$ | MW | 0,0023 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0009 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/a | | 754 | 781 | 809 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 45 | 50 | 60 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 6 930 | 7 700 | 9 240 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 9,2 | 9,9 | 11,4 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Ceny średniorynkowe. | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | 7 700 zł | SPBT= | 9,9 lat | |

| 7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji | | | | | Przedsięwzięcie | |
|--|---|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|--|
| | | | | | Wymiana okien | |
| <p>Dane: $A = 693,8 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 7746 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien na okna szczelniejsze o lepszym współczynniku U.</p> | | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan Istniejący | Warianty | | |
| | | | | | | |
| 1 | Współczynnik przenikania okien U | W/m ² K | 2 | 0,9 | 0,8 | |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | Cr | 1,1 | 1,00 | 1,00 | |
| | | Cm | 1,2 | 1,00 | 1,00 | |
| 3 | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | GJ/a | 480 | 216 | 192 | |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 1002 | 911 | 911 | |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 1482 | 1127 | 1103 | |
| 6 | $10^{-3} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0576 | 0,0259 | 0,0230 | |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0656 | 0,0546 | 0,0546 | |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,1232 | 0,0805 | 0,0776 | |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/rok | | 24 065 | 25 694 | |
| 10 | Koszt jednostkowy okien N_{ok} | zł | | 1 000 | 1 300 | |
| 11 | Koszt wymiany okien N_{ok} | zł | | 693 800 | 901 940 | |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | zł | | 0 | 0 | |
| 13 | Koszt $N_w + N_{ok}$ | zł | | 693 800 | 901 940 | |
| 14 | $SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 28,8 | 35,1 | |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p style="text-align: center;">Ceny średniorynkowe</p> | | | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt : 693 800 zł | | SPBT= 28,8 lat | | |

| 7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji | | | | Przedsięwzięcie | |
|--|--|--------------------|-----------------|-----------------|----------|
| | | | | Wymiana drzwi | |
| Dane: $A = 18 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 985 \text{ m}^3/\text{h}$ | | | | | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | |
| Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi na drzwi o lepszym współczynniku U. | | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
| 1 | Współczynnik przenikania drzwi U | W/m ² K | 2,5 | 1,1 | 0,9 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | C_r | - | 1,00 | 1,00 |
| | | C_m | - | 1,00 | 1,00 |
| 3 | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | GJ/a | 16 | 7 | 6 |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 116 | 116 | 116 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 132 | 123 | 122 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0019 | 0,0008 | 0,0007 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0069 | 0,0069 | 0,0069 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,0088 | 0,0077 | 0,0076 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/rok | | 612 | 678 |
| 10 | Koszt jednostkowy drzwi N_{OK} | zł | | 1 500 | 2 000 |
| 11 | Koszt wymiany drzwi N_{OK} | zł | | 27 000 | 36 000 |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | zł | | 0 | 0 |
| 13 | Koszt $N_w + N_{OK}$ | zł | | 27 000 | 36 000 |
| 14 | $SPBT = (N_{OK} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 44,1 | 53,1 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | |
| Ceny średniorynkowe | | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt : | 27 000 zł | SPBT= | 44,1 lat |

| 7.5. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT | | | |
|---|---|----------------------------|-----------|
| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót, zł | SPBT lata |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem | 600 | 9,1 |
| 2 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny | 24 350 | 9,7 |
| 3 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara | 7 700 | 9,9 |
| 4 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny | 5 600 | 10,1 |
| 5 | Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie | 4 680 | 12,2 |
| 6 | Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej | 24 190 | 17,9 |
| 7 | Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) | 46 000 | 22,4 |
| 8 | Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70 | 194 000 | 23,8 |
| 9 | Wymiana okien | 693 800 | 28,8 |
| 10 | Wymiana drzwi | 27 000 | 44,1 |

7.6.1. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 1\,126$ GJ/a

Opis:

Proponuje się montaż instalacji c.o. wraz z węzłem ciepłowniczym.

| | | |
|-------|----|------------|
| koszt | zł | 400 000 zł |
|-------|----|------------|

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

| Lp. | Rodzaj usprawnienia | Współczynniki sprawności | |
|-----|---|--------------------------|-----------------|
| | | przed | po |
| | Rodzaj systemu zasilania | MSC | |
| 1 | sprawność wytwarzania | $\eta_g = 0,93$ | $\eta_g = 0,93$ |
| 2 | sprawność przesyłu | $\eta_d = 0,90$ | $\eta_d = 0,96$ |
| 3 | sprawność regulacji i wykorzystania | $\eta_e = 0,85$ | $\eta_e = 0,88$ |
| 4 | sprawność akumulacji | $\eta_s = 1,00$ | $\eta_s = 1,00$ |
| 5 | sprawność całkowita systemu | $\eta = 0,71$ | $\eta = 0,79$ |
| 6 | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | $w_t = 0,85$ | $w_t = 0,85$ |
| 7 | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów | $w_d = 0,95$ | $w_d = 0,95$ |

Uzasadnienie przyjętych sprawności

| Opis | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|---|---|
| sprawność wytwarzania ciepła η_g | węzeł ciepły | bez zmian |
| sprawność przesyłu η_d | przewody nie izolowane | przewody izolowane |
| sprawność regulacji i wykorzystania η_e | regulacja centralna i miejscowa P-2K - instalacja stara zakiemiona, grube przekroje | regulacja centralna i miejscowa, zakres P-2 K - nowa instalacja |
| sprawność akumulacji η_s | brak zbiornika buforowego | brak zbiornika buforowego |
| uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d | 16 | bez zmian |

7.6.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

| I.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istn. | Stan po modern. |
|------|---|--------|------------|-----------------|
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna CO | MW | 0,288134 | 0,288134 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 1126 | 1126 |
| 3 | Ogólna sprawność systemu ogrzewania η | - | 0,71 | 0,79 |
| 4 | Obniżenie nocne | - | 0,95 | 0,95 |
| 5 | Obniżenie tygodniowe | - | 0,85 | 0,85 |
| 6 | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1280 | 1151 |
| 7 | Roczna opłata zmienna | zł/rok | 69 990 | 62 937 |
| 8 | Roczna opłata stała | zł/rok | 31 404 | 31 404 |
| 9 | Roczny abonament | zł/rok | 0 | 0 |
| 10 | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 101 394 | 94 341 |
| 11 | Różnica | zł/rok | | 7 054 |
| 12 | Koszt | zł | | 400 000 |
| 13 | SPBT | lat | | 56,7 |

7.7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.7.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

| Lp | Ulepszenie termomodernizacyjne | Nr wariantu | | | |
|----|---|-------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Wymiana instalacji co | X | X | X | X |
| 2 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem | X | X | X | |
| 3 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny | X | X | X | |
| 4 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara | X | X | X | |
| 5 | Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny | X | X | X | |
| 6 | Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie | X | X | X | |
| 7 | Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej | X | X | | |
| 8 | Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) | X | X | | |
| 9 | Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70 | X | X | | |
| 10 | Wymiana okien | X | | | |
| 11 | Wymiana drzwi | X | | | |

7.7.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

| Lp. | Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego | Koszt wariantu [zł] | Koszt audytu [zł] | Koszt całkowity [zł] |
|-----|--|---------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | 1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11 | 1 427 920 | 2 000 | 1 429 920 |
| 2 | 1+2+3+4+5+6+7+8+9 | 707 120 | 2 000 | 709 120 |
| 3 | 1+2+3+4+5+6 | 442 930 | 2 000 | 444 930 |
| 4 | 1 | 400 000 | 2 000 | 402 000 |

7.7.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| warianty | C.O. | | | | | | C.W.U. | | | C.O. + C.W.U. | | | Zmiana | |
|----------------------|-------------------------------|--|-------|------|------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| | q _{co} ¹⁾ | Q _{co} wg obl. ¹⁾ | η | w | Q _{co} ·w / η | Oplata c.o. | q _{cw} | Q _{cw} | Oplata c.w.u. | q _{co} + q _{cw} | Q _{co} + Q _{cw} | Oplata c.o.+c.w.u. | ΔQ _{co+cw} | Oszczędn. |
| | | | | | GJ/rok | zł/rok | | | | MW | GJ/rok | zł/rok | | |
| | MW | GJ/rok | | | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | GJ/rok | zł/rok |
| 1 | 0,2382 | 751 | 0,790 | 0,81 | 768 | 67 953 | 0,0087 | 97 | 6 255 | 0,2469 | 865 | 74 208 | 512 | 34 082 |
| 2 | 0,2581 | 898 | 0,790 | 0,81 | 918 | 78 326 | 0,0087 | 97 | 6 255 | 0,2668 | 1 015 | 84 582 | 362 | 23 708 |
| 3 | 0,2798 | 1 051 | 0,790 | 0,81 | 1 084 | 89 774 | 0,0087 | 97 | 6 255 | 0,2885 | 1 181 | 96 029 | 198 | 12 260 |
| 4 | 0,2881 | 1 126 | 0,790 | 0,81 | 1 151 | 94 341 | 0,0087 | 97 | 6 255 | 0,2969 | 1 248 | 100 596 | 129 | 7 694 |
| 0-stan istniejący | 0,2881 | 1 126 | 0,710 | 0,81 | 1 280 | 102 034 | 0,0087 | 97 | 6 255 | 0,2969 | 1 377 | 108 290 | | |

1) wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy

7.7.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane | Roczne | Procentowa |
|-----|--|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | koszty całkowite | oszczędność kosztów energii | oszczędność zaspoborowania na |
| | | zł | zł | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Wymiana instalacji co Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70 Wymiana okien Wymiana drzwi | 1 429 920 | 34 082 | 37,2% |
| 2 | Wymiana instalacji co Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70 | 709 120 | 23 708 | 26,3% |
| 3 | Wymiana instalacji co Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie | 444 930 | 12 260 | 14,2% |
| 4 | Wymiana instalacji co | 402 000 | 7 694 | 9,4% |

7.7.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się *wariant nr 1* obejmujący usprawnienia:

- Wymiana instalacji co
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara
- Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny
- Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie
- Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej
- Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier)
- Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70
- Wymiana okien
- Wymiana drzwi

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

| | |
|---|---|
| Wymiana instalacji co | Należy kompleksowo zmodernizować instalację co. |
| Ocieplenie stropodachu wentylowanego nad łącznikiem | Docieplić wełna granulowaną o współczynniku $\lambda=0,042$ i grubości 17cm |
| Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1A - bud. główny | Docieplić wełna granulowaną o współczynniku $\lambda=0,042$ i grubości 17cm |
| Ocieplenie stropodachu wentylowanego część niska stara | Docieplić wełna granulowaną o współczynniku $\lambda=0,042$ i grubości 17cm |
| Ocieplenie stropodachu wentylowanego 1B - bud. główny | Docieplić wełna granulowaną o współczynniku $\lambda=0,042$ i grubości 17cm |
| Ocieplenie dachu nad budynkiem głównym - odwodnienie | Docieplić styropapą o współczynniku $\lambda=0,038$ i grubości 19cm |
| Ocieplenie ściany zewnętrzne holu i klatki schodowej | Należy przykleić styropian o współczynniku $\lambda=0,038$ i grubości 14cm. |
| Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - uzupełnienia (klinkier) | Należy przykleić styropian o współczynniku $\lambda=0,038$ i grubości 13cm. |
| Ocieplenie ściany zewn. bud. głównego - system WK70 | Należy przykleić styropian o współczynniku $\lambda=0,038$ i grubości 13cm. |
| Wymiana okien | Należy wymienić okna na nowe o współczynniku $U = 0,9$ |
| Wymiana drzwi | Należy wymienić drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,1$ |

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

| | |
|--|---------------------|
| Kalkulowany koszt robót wyniesie: | 1 429 920 zł |
| Obliczeniowa roczna oszczędność kosztów: | 34 082 zł |
| Czas zwrotu nakładów SPBT: | 42,0 |

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

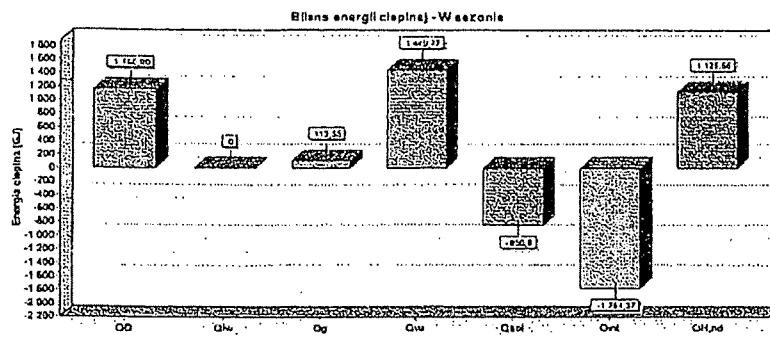
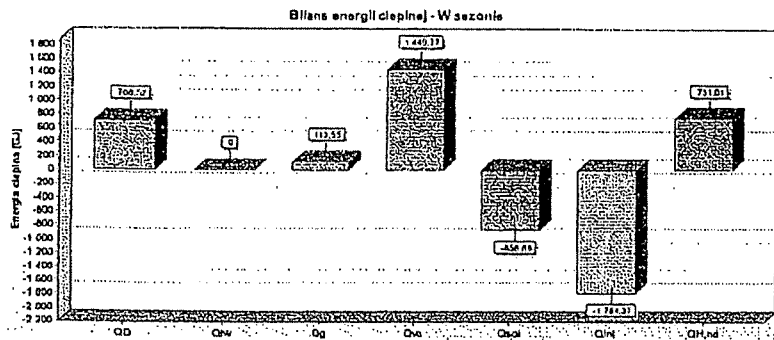
| Charakterystyka systemu | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|--|--|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| ciepło właściwe wody c_w | kJ/(kg*dK) | 4,19 | 4,19 |
| gęstość wody ρ | kg/m ³ | 1000 | 1000 |
| jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} | dm ³ /(m ² *dzień) | 0,35 | 0,35 |
| powierzchnia ogrzewana A_I | m ² | 3653 | 3653 |
| temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw} | °C | 55 | 55 |
| temperatura wody przed podgrzaniem θ_0 | °C | 10 | 10 |
| współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R | - | 0,7 | 0,7 |
| liczba dni w roku t_R | dzień | 365 | 365 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,rd} = V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_1 \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$ | kWh/rok | 17 111 | 17 111 |
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{q,w}$ | - | 0,91 | 0,91 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$ | - | 0,70 | 0,70 |
| sprawność sezonowa wykorzystania η_{sew} | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność akumulacji η_{sw} | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność całkowita η_w | - | 0,637 | 0,637 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$ | kWh/a | 26 862 | 26 862 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$ | GJ/a | 97 | 97 |

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|-------------------|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| Ilość użytkowników | os. | 200 | 200 |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw} | l | 15 | 15 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ | m ³ /h | 0,167 | 0,167 |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ | - | 2,558 | 2,558 |
| Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwi} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$ | GJ/m ³ | 0,189 | 0,189 |
| Max. moc c.w.u. $q_{cwi}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwi} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$ | kW | 22,3 | 22,3 |
| Średnia moc c.w.u. $q_{cwi}^{\dot{e}r} = q_{cwi}^{max} / N_h$ | kW | 8,7 | 8,7 |

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

| Wariant | Zapotrzebowanie | |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| | mocy cieplnej, MW | ciepła Q_H , GJ/a |
| 1 | 0,238170 | 751,01 |
| 2 | 0,258095 | 897,92 |
| 3 | 0,279849 | 1060,58 |
| 4 | 0,288134 | 1125,66 |
| 0 - stan istniejący | 0,288134 | 1125,66 |



Obliczenie stopniodni Sd

Dane klimatyczne dla Olsztyna

Sd dla przegród zewnętrznych

| | Dane dla miesięcy | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| Srednia temp. miesięczna Θ_v [°C] | -3,6 | -2,9 | 2,5 | 5,5 | 10,9 | 12,8 | 6,3 | 1,9 | -0,5 | |
| Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m) | 31 | 28 | 31 | 30 | 10 | 10 | 31 | 30 | 31 | |
| Temperatura wewnętrzna $\Theta_{w,ii}$ [°C] | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 10,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | |
| $(\Theta_{w,ii} - \Theta_v) \cdot Ld(m)$ [dzień·K/m-c] | 716,1 | 627,2 | 527 | 420 | 86 | 67 | 409,2 | 528 | 620 | |

Dla przegród zewnętrznych Sd $\frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10} \frac{1}{10}$ dzień·K/m-c przy $\Theta_{w,ii} = 19,5$ °C

| MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------|------------------------------------|------------|-----------|
| | Jednostki | Stan istniejący | System oświetlenia po modernizacji | | |
| | | | żarówki energooszczędne | LED | |
| 1. | Moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku | W | 61 144 | 42 800 | 30 572 |
| 2. | Powierzchnia biurowca | m ² | 3 653 | | |
| 3. | Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku | W/m ² | 17 | 12 | 8 |
| 4. | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_d | h | 2 250 | | |
| 5. | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_n | h | 250 | | |
| 6. | Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_c | --- | 1 | 1 | 1 |
| 7. | Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_n | --- | 1 | 1 | 1 |
| 8. | Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_d | --- | 1 | 1 | 1 |
| 9. | Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji MF | --- | 1 | 1 | 1 |
| 10. | Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LEN | kWh/m ² /rok | 42,5 | 30 | 20 |
| 11. | Roczna zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej | kWh/rok | 155 269,50 | 109 602,00 | 73 068,00 |
| 12. | Roczna oszczędność energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia | kWh/rok | --- | 45 667,50 | 82 201,50 |
| 13. | Jednostkowa opłata za energię elektryczną | zł/kWh | 0,51 | | |
| 14. | Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wiodowanego | zł/rok | 79 187 | 55 897 | 37 265 |
| 15. | Roczna oszczędność kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia | zł/rok | --- | 23 290 | 41 923 |
| 16. | Koszt modernizacji systemu oświetlenia | zł | --- | 50 000 | 50 000 |
| 17. | Prosty czas zwrotu | lat | --- | 2,1 | 1,4 |

Do realizacji wybrano wariant z oświetleniem ledowym.

| | | | |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| c.w.u. | 26 862 | 26 862 | kWh/rok |
| c.o. | 355 556 | 213 333 | kWh/rok |
| oświetlenie | 155 270 | 73 068 | kWh/rok |
| energia pomocnicza | 7 307 | 7 307 | kWh/rok |
| EK | 544 994 | 320 570 | kWh/rok |

