



DOEKOGROUP

Jeden krok do ekologii

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



ADRES BUDYNKU

ulica:
miejscowość:
kod pocztowy:
powiat:
województwo:

Brzana 10
Brzana
38-350
gorlicki
małopolskie

AUDYTOR WIODĄCY

imię i nazwisko:
tytuł zawodowy:

Jakub Szymanowicz
mgr inż. energetyk

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

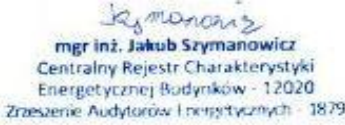
| | | | | | |
|--|---|--|--|----------------------|----------|
| 1. | DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU | | | | |
| 1.1 | Rodzaj budynku | użyteczności publicznej | 1.2 | Rok budowy | 0 |
| 1.3 | Inwestor | Gmina Bobowa Rynek 21 38-350; Bobowa | 1.4 | Adres budynku | |
| | | | ul. | Brzana 10 | |
| | | | kod | 38-350 | Brzana |
| | | | powiat | gorlicki | |
| | | | woj. | małopolskie | |
| 2. | Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt | | | | |
| <p style="text-align: center;">DOEKO GROUP Sp. z o.o. ul. Bociana 4a/49; 31-231 Kraków REGON: 364913709</p> | | | | | |
| 3. | Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis | | | | |
| <p style="text-align: center;">Jakub Szymanowicz ul. Ślężna 188/3; 53-113 Wrocław; PESEL: 90091102732 Certyfikator energetyczny - 12020 Zrzeszenie Audytorów Energetycznych - 1879 Stowarzyszenie Certyfikatorów i Audytorów Energetycznych - 111 Ekspert ds. Efektywności Energetycznej RPO WiM 2014-2020</p> | | |  <p style="text-align: center;">podpis</p> | | |
| 4. | Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis | | | | |
| lp. | Imię i nazwisko | | Zakres udziału w opracowaniu audytu | | |
| 1. | - | | - | | |
| 2. | - | | - | | |
| 5. | Miejscowość: | Wrocław | Data wykonania opracowania: | 04.09.2020 | |
| 6. | Spis treści | | | | |
| 1 | Strona tytułowa | | | | |
| 2 | Karta audytu energetycznego | | | | |
| 3 | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne 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 | Technologia budynku | tradycyjna | bez zmian |
| 2 | Liczba kondygnacji | 3 | bez zmian |
| 3 | Kubatura części ogrzewanej | m ³ 3819 | bez zmian |
| 4 | Powierzchnia budynku netto | m ² 1032 | bez zmian |
| 5 | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej | m ² 88 | bez zmian |
| 6 | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | m ² 945 | bez zmian |
| 7 | Liczba lokali mieszkalnych | 1 | bez zmian |
| 8 | Liczba osób użytkujących budynek | 150 | bez zmian |
| 9 | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | centralny | bez zmian |
| 10 | Rodzaj systemu grzewczego budynku | centralny | bez zmian |
| 11 | Współczynnik kształtu A/V | 1/m 0,27 | bez zmian |
| 12 | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K] | | | |
| 1 | Ściany zewnętrzne | 0,247; 0,967 | 0,247; 0,196 |
| 2 | Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 0,221 | 0,221 |
| 3 | Strop nad piwnicą | 1,027 | 1,027 |
| 4 | Podłoga na gruncie w przestrzeni ogrzewanej | 0,603 | 0,603 |
| 5 | Okna, drzwi balkonowe | 2,3 | 0,9 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne / bramy | 3,0 | 1,3 |
| 7 | Inne | - | - |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | |
| 1 | Sprawność wytwarzania | 0,86 | 2,60 |
| 2 | Sprawność przesyłu | 0,80 | 0,90 |
| 3 | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,70 | 0,90 |
| 4 | Sprawność akumulacji | 1,00 | 0,90 |
| 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 | 0,65 | 2,60 |
| 2 | Sprawność przesyłu | 0,75 | 0,75 |
| 3 | Sprawność regulacji i wykorzystania | 1,00 | 1,00 |
| 4 | Sprawność akumulacji | 0,80 | 0,85 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1 | Rodzaj wentylacji | naturalna | naturalna |
| 2 | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | okna/kanaly | okna/kanaly |
| 3 | Strumień powietrza zewnętrznego | m ³ /h 4 201 | 3 819 |
| 4 | Krotność wymian powietrza | 1/h 1,10 | 1,00 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | kW 127,9 | 93,9 |
| 2 | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej | kW 13,1 | 13,1 |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok 842 | 570 |
| 4 | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok 1417 | 242 |

| | | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|--------|--------|
| 5 | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/rok | 80 | 19 |
| 6 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok] | kWh/m ² *rok | 226,63 | 153,51 |
| 7 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² *rok | 381,34 | 65,13 |
| 7. Opłaty jednostkowe | | | | |
| 1 | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc | zł/MW*m-c | 0,00 | 0,00 |
| 2 | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku | zł/GJ | 51,00 | 150,00 |
| 3 | Miesięczna opłata abonamentowa - ogrzewanie budynku | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| 4 | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej | zł/m ² *m-c | 5,83 | 2,93 |
| 5 | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc | zł/MW*m-c | 0,00 | 0,00 |
| 6 | Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej | zł/GJ | 51,00 | 150,00 |
| 7 | Miesięczna opłata abonamentowa - przygotowanie ciepłej wody użytkowej | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| 8 | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej | zł/m ³ | 13,54 | 9,46 |
| 9 | Inne | zł/rok | - | - |

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- projekt ocieplenia

3.2. Inne dokumenty

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 ogrzewcze 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

- Dyrektor szkoły

3.4. Data wizji lokalnej

VIII.2020

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

- modernizacja kotłowni oraz instalacji c.o.
- ocieplenie nie ocieplonych ścian
- modernizacja starej ślusarki

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|--------|
| Własność | Gmina Bobowa | | |
| Przeznaczenie budynku | użyteczności publicznej | | |
| Adres | Brzana 10 | 38-350 | Brzana |
| Budynek | szkoła | | |
| Technologia budowy | tradycyjna | | |

4.2. Rzut budynku



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 2 kondygnacjach naziemnych z częściowym podpiwniczeniem oraz strychem nie użytkowym oraz użytkowym.

Strop pod strychem - betonowy ocieplony

Ściany zewnętrzne - na starej części ocieplone styropianem, na nowej części nie ocieplone.

Okna - PCV lub drewniane, nieszczeln.

Drzwi - Aluminiowe

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych | | Dane w |
|-----|---|------|--------|
| 1. | Zamówiona moc cieplna na co | [kW] | - |
| 2 | Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr}) | [kW] | - |
| 3 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na co | [kW] | 127,9 |
| 4 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu | [kW] | 13,1 |
| 5 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 842,1 |
| 6 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 1417,0 |

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|----------------------------|
| 1 | Typ instalacji | kocioł gazowy |
| 2 | Parametry pracy instalacji | 90/70 |
| 3 | Przewody w instalacji | stalowe |
| 4 | Rodzaje grzejników | żeliwne / płytowe |
| 5 | Ostonięcie grzejników | brak |
| 6 | Zawory termostatyczne | nie |
| 7 | Zabezpieczenie | zawór bezpieczeństwa |
| 8 | Odpowietrzenie | odpowietrznik automatyczny |
| 9 | Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę | 5/16 |

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

| Lp | Opis | Wartość współczynnika | |
|----|--|--------------------------------|-------------|
| 1 | Wytwarzanie ciepła | η_g | 0,86 |
| 2 | Przesyłanie ciepła | η_d | 0,80 |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie | η_e | 0,70 |
| 4 | Akumulacja ciepła | η_s | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$ | η_{tot} | 0,48 |
| 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 | kocioł węglowy |
| 2. | Piony i ich izolacja | brak |
| 3. | Opomiarowanie (wodomierze indywidualne) | - |
| 4. | Zbiornik akumulacyjny | tak |

4.7. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia znajduje się w podpiwniczeniu. W kotłowni stare, atmosferyczne kotły gazowe.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | grawitacyjna |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h | 4 201 |

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ściany zewnętrzne na starej części budynku ocieplone - nie spełniają WT21, na nowej części nie ocieplone. Stropodach nad starą częścią budynku ocieplony - nie spełnia WT21.

5.2 Przegrody wewnętrzne

Strop pod strychem ocieplony

5.3 Stolarka okienna

Okna PCV lub drewniane nieuszczelne.

5.4 Stolarka drzwiowa

Drzwi aluminiowe w złym stanie technicznym.

5.5 System grzewczy

Instalacja grzejnikowa stara w złym stanie technicznym.

5.6 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Kotły gazowe, stare wyeksploatowane. Instalacja w dobrym stanie.

5.7 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna nie przewiduje się zmian.

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

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposób poprawy |
|-----|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | <p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Ściany zewnętrzne na starej części budynku ocieplone - nie spełniają WT21, na nowej części nie ocieplone. Stropodach nad starą częścią budynku ocieplony - nie spełnia WT21.</p> | <p>Proponuje się ocieplić nową część budynku oraz docieplić starą a także docieplić stropodach nad starą częścią budynku.</p> |
| 2 | <p><u>Przegrody wewnętrzne</u> Strop pod strychem ocieplony</p> | <p>Nie przewiduje się zmian.</p> |
| 3 | <p><u>Stolarka okienna</u> Okna PCV lub drewniane nieszczelne.</p> | <p>Proponuje wymienić okna na nowe.</p> |
| 4 | <p><u>Stolarka drzwiowa</u> Drzwi aluminiowe w złym stanie technicznym.</p> | <p>Proponuje wymienić się drzwi na nowe.</p> |
| 5 | <p><u>System grzewczy</u> Instalacja grzejnikowa stara w złym stanie technicznym.</p> | <p>Proponuje się wymienić całą instalację oraz zamontować powietrzną pompę ciepła.</p> |
| 6 | <p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Kotły gazowe, stare wyeksploatowane. Instalacja w dobrym stanie.</p> | <p>Proponuje się podpiąć instalacje do pomp ciepła.</p> |
| 7 | <p><u>System wentylacji</u> Wentylacja grawitacyjna nie przewiduje się zmian.</p> | <p>Nie przewiduje się zmian.</p> |

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 nowej części budynku styropianem. |
| 2 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne | Docieplenie ścian zewnętrznych starej części budynku styropianem. |
| 3 | Zmniejszenie strat przez przenikanie dach | Docieplenie stropodachu na starej części budynku wełną granulowaną. |
| 2 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego | Wymiana okien na nowe. |
| 3 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego | Wymiana drzwi na nowe. |
| 4 | Zwiększenie sprawności instalacji c.o. | Kompleksowa modernizacja instalacji c.o., montaż autoamtyki oraz powietrznych pomp ciepła. |
| 5 | Zmniejszenie strat na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej | Podpięcie instalacji do pomp ciepła. |

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 |
| I | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego | Ocieplenie ścian zewnętrznych - nowa część budynku |
| | | Docieplenie ścian zewnętrznych - stara część budynku |
| | | Docieplenie stropodachu - stara część budynku |
| | | Wymiana okien na nowe |
| | | Wymiana drzwi |
| II | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej | Podpięcie instalacji do pomp ciepła |

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. |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|
| $t_{\text{wewnetrzna}}$ | 20,0 | 20,0 | $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_{\text{zewnetrzna}}$ | -20,0 | -20,0 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Sd dla przegród zewnętrznych | 3 588 | 3 588 | dzień·K·a |
| O_{0m} | 0,00 | 0,00 | zł/(MW·mc) |
| O_{0z} c.w.u. | 51,00 | 150,00 | zł/GJ |
| A_{b0} | 0,00 | 0,00 | zł/m-c |
| O_{1m} | 0,00 | 0,00 | zł/(MW·mc) |
| O_{1z} c.o. | 51,00 | 150,00 | zł/GJ |
| A_{b1} | 0,00 | 0,00 | zł/m-c |

| 7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji | | Przedsięwzięcie | |
|--|--|--|-----------|
| | | Wymiana okien | |
| Dane: powierzchnia okien | | $A_{ok} = 188 \text{ m}^2$ | $C_w = 1$ |
| | | $V_{nom} = \Psi = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ | |
| | | $V_{went} = 1910 \text{ m}^3$ | |
| Opis wariantów usprawnienia | | | |
| Usprawnienie obejmuje wymianę okien drewnianych na okna szczelniejsze, o lepszym współczynnikach U: | | | |

| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
|-----|---|--------------------|-----------------|----------|---------|
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Współczynnik przenikania okien U | W/m ² K | 3,3 | 0,9 | 0,7 |
| 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 | 192 | 52 | 41 |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 190 | 158 | 158 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 382 | 210 | 199 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0248 | 0,0068 | 0,0053 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0169 | 0,0130 | 0,0130 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,0417 | 0,0198 | 0,0183 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/rok | | 8 772 | 9 333 |
| 10 | Koszt jednostkowy okien N_{OK} | zł | | 1 343 | 1 500 |
| 11 | Koszt wymiany okien N_{OK} | zł | | 252 521 | 282 000 |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | zł | | 0 | 0 |
| 13 | Koszt $N_w + N_{OK}$ | zł | | 252 521 | 282 000 |
| 14 | $SPBT = (N_{OK} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 28,8 | 30,2 |

Podstawa przyjętych wartości N_U

Kosztorys

| | | | |
|---------------------|--------------------|-------|----------|
| Wybrany wariant : 1 | Koszt : 252 521 zł | SPBT= | 28,8 lat |
|---------------------|--------------------|-------|----------|

| 7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji | | | | Przedsięwzięcie | |
|--|---|--------------------|-----------------|-----------------|----------|
| | | | | Wymiana drzwi | |
| <p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 2,76 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{went} = 382 \text{ m}^3$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelniejsze, o lepszym współczynniku U:</p> | | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Współczynnik przenikania drzwi U | W/m ² K | 3,0 | 1,3 | 1,1 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | C_r | - | 1,2 | 1,00 |
| | | C_m | - | 1,3 | 1,00 |
| 3 | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | GJ/a | 3 | 1 | 1 |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 25 | 21 | 21 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 28 | 22 | 22 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0034 | 0,0026 | 0,0026 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,0037 | 0,0027 | 0,0027 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/rok | | 306 | 306 |
| 10 | Koszt jednostkowy drzwi N_{OK} | zł | | 2 140 | 2 500 |
| 11 | Koszt wymiany drzwi N_{OK} | zł | | 5 906 | 6 900 |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | zł | | 0 | 0 |
| 13 | Koszt $N_w + N_{OK}$ | zł | | 5 906 | 6 900 |
| 14 | $SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 19,3 | 22,5 |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p style="text-align: center;">Kosztorys</p> | | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt : | 5 906 zł | SPBT= | 19,3 lat |

7.5. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 80 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0131 \text{ MW}$

Opis:

Proponuje się podpięcie instalacji do nowych pomp ciepła.

| Lp. | | Jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|-----|--|--------|-----------------|----------------------|
| 1 | Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$ | MW | 0,0131 | 0,0131 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$ | GJ/rok | 80 | 19 |
| 3 | Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$ | zł/a | 4 080 | 2 850 |
| 4 | Roczna opłata stała $O_{0,1z}$ | zł/a | 0 | 0 |
| 5 | Roczny abonament $A_{b0,1}$ | zł/a | 0 | 0 |
| 6 | Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$ | zł/a | 4 080 | 2 850 |
| 7 | Różnica | zł/a | | 1 230 |
| 8 | Koszt | zł | | 10 000 |
| 9 | SPBT | lat | | 8,13 |

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Kosztorys

| | | | |
|--------------|------------------|-------------|----------------|
| KOSZT | 10 000 zł | SPBT | 8,1 lat |
|--------------|------------------|-------------|----------------|

7.6. 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 | Modernizacja c.w.u. | 10 000 | 8,1 |
| 2 | Wymiana drzwi | 5 906 | 19,3 |
| 3 | Wymiana okien | 252 521 | 28,8 |
| 4 | Ocieplenie ścian zewnętrznych - nowa część | 241 612 | 40,5 |
| 5 | Docieplenie stropodachu - stara część | 70 817 | 99,9 |
| 6 | Docieplenie ścian zewnętrznych - stara część | 236 705 | 483,1 |

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

Dane: $Q_{oco} = 842 \text{ GJ/a}$

Opis:

Proponuje się kompleksową modernizację wymianę instalacji, montaż autoamtyki c.o. oraz pomp ciepła.

| | | |
|--------------|-----------|------------------|
| koszt | zł | 98 663 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 | $\eta_g = 0,86$ | $\eta_g = 2,60$ |
| 2 | sprawność przesyłu | $\eta_d = 0,80$ | $\eta_d = 0,90$ |
| 3 | sprawność regulacji i wykorzystania | $\eta_e = 0,70$ | $\eta_e = 0,90$ |
| 4 | sprawność akumulacji | $\eta_s = 1,00$ | $\eta_s = 0,90$ |
| 5 | sprawność całkowita systemu | $\eta = \mathbf{0,48}$ | $\eta = \mathbf{1,90}$ |
| 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 | Atmosferyczne kotły gazowe. | Powietrzne pompy ciepła. |
| sprawność przesyłu η_d | Stara instalacja. | Nowa instalacja. |
| sprawność regulacji i wykorzystania η_e | Brak regulacji. | Inteligentna automatyka |
| sprawność akumulacji η_s | Brak akumulacji | Akumulacja |
| uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d | 8 godzin | Bez zmian |

7.7.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

| I.p. | Omówienie | jedn. | Stan istn. | Stan po modern. |
|------|---|--------|---------------|-----------------|
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna CO | MW | 0,127902 | 0,127902 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 842 | 842 |
| 3 | Ogólna sprawność systemu ogrzewania η | - | 0,48 | 1,90 |
| 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 | 1417 | 358 |
| 7 | Roczna opłata zmienna | zł/rok | 72 267 | 53 700 |
| 8 | Roczna opłata stała | zł/rok | 0 | 0 |
| 9 | Roczny abonament | zł/rok | 0 | 0 |
| 10 | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 72 267 | 53 700 |
| 11 | Różnica | zł/rok | | 18 567 |
| 12 | Koszt | zł | | 98 663 |
| 13 | SPBT | lat | | 5,3 |

7.8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

| Lp | Ulepszenie termomodernizacyjne | Nr wariantu | | | | | |
|----|--|-------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Modernizacja c.o. | X | X | X | X | X | X |
| 2 | Modernizacja c.w.u. | X | X | X | X | X | X |
| 3 | Wymiana drzwi | X | X | X | X | X | |
| 4 | Wymiana okien | X | X | X | X | | |
| 5 | Ocieplenie ścian zewnętrznych - nowa część | X | X | X | | | |
| 6 | Docieplenie stropodachu - stara część | X | X | | | | |
| 7 | Docieplenie ścian zewnętrznych - stara część | X | | | | | |

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

| Lp. | Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego | Koszt wariantu [zł] | Koszty audytu [zł] | Koszt całkowity [zł] |
|-----|--|---------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | 1+2+3+4+5+6+7 | 916 223 | 10 000 | 926 223 |
| 2 | 1+2+3+4+5+6 | 679 518 | 10 000 | 689 518 |
| 3 | 1+2+3+4+5 | 608 702 | 10 000 | 618 702 |
| 4 | 1+2+3+4 | 367 090 | 10 000 | 377 090 |
| 5 | 1+2+3 | 114 569 | 10 000 | 124 569 |
| 6 | 1+2 | 108 663 | 10 000 | 118 663 |

7.8.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| warianty | C.O. | | | | | | C.W.U. | | | C.O. + C.W.U. | | | Zmiana | |
|----------------------|----------|---------------------|--------|------|-------------------|----------------|----------|----------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-----------|
| | q_{co} | Q_{co} wg obl. | 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. |
| | MW | GJ/rok | | | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | GJ/rok | zł/rok |
| 1 | 0,0906 | 546 | 1,900 | 0,81 | 232 | 34 800 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1037 | 251 | 37 650 | 1 246 | 38 697 |
| 2 | 0,0920 | 556 | 1,900 | 0,81 | 236 | 35 400 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1051 | 255 | 38 250 | 1 242 | 38 097 |
| 3 | 0,0939 | 570 | 1,900 | 0,81 | 242 | 36 300 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1070 | 261 | 39 150 | 1 236 | 37 197 |
| 4 | 0,1093 | 694 | 1,900 | 0,81 | 295 | 44 250 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1224 | 314 | 47 100 | 1 183 | 29 247 |
| 5 | 0,1277 | 841 | 1,900 | 0,81 | 357 | 53 550 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1408 | 376 | 56 400 | 1 121 | 19 947 |
| 6 | 0,1279 | 842 | 1,900 | 0,81 | 358 | 53 700 | 0,0131 | 19 | 2 850 | 0,1410 | 377 | 56 550 | 1 120 | 19 797 |
| 0-stan istniejący | 0,1279 | 842 | 0,480 | 0,81 | 1 417 | 72 267 | 0,0131 | 80 | 4 080 | 0,1410 | 1 497 | 76 347 | | |

1 wariant wybrany do realizacji

7.8.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na |
|-----|---|----------------------------|------------------------------------|---|
| | | zł | zł | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Wymiana drzwi Wymiana okien Ocieplnie ścian zewnętrznych - nowa część Docieplnie stropodachu - stara część Dcieplnie ścian zewnętrznych - stara część | 916 223 | 38 697 | 83% |
| 2 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Wymiana drzwi Wymiana okien Ocieplnie ścian zewnętrznych - nowa część Docieplnie stropodachu - stara część | 679 518 | 38 097 | 83% |
| 3 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Wymiana drzwi Wymiana okien Ocieplnie ścian zewnętrznych - nowa część | 618 702 | 37 197 | 83% |
| 4 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Wymiana drzwi Wymiana okien | 377 090 | 29 247 | 79% |
| 5 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Wymiana drzwi | 124 569 | 19 947 | 75% |
| 6 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. | 118 663 | 19 797 | 75% |

7.8.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Modernizacja c.o.

Modernizacja c.w.u.

Wymiana drzwi

Wymiana okien

Ocieplenie ścian zewnętrznych - nowa część

Docieplenie stropodachu - stara część

Docieplenie ścian zewnętrznych - stara część

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

| | |
|---|---|
| Modernizacja c.o. | Należy zamontować powietrzną pompę ciepła, nową instalację grzejnikową oraz system BMS - zarządzanie i monitoring całym systemem c.o. |
| Modernizacja c.w.u. | Należy podpiąć istniejącą instalację do pomp ciepła. |
| Wymiana drzwi | Należy wymienić wszystkie drzwi na nowe o współczynniku $U=1,3$ |
| Wymiana okien | Należy wymienić wszystkie okna na nowe o współczynniku $U=0,9$ |
| Ocieplenie ścian zewnętrznych - nowa część | Należy ocieplić przy użyciu styropianu o grubości 13cm oraz współczynniku $\lambda=0,032$ |
| Docieplenie stropodachu - stara część | Należy ocieplić przy użyciu wełny granulowanej o grubości 9cm oraz współczynniku $\lambda=0,039$ |
| Docieplenie ścian zewnętrznych - stara część | Należy docieplić przy użyciu styropianu o grubości 4cm oraz współczynniku $\lambda=0,038$ |

Wszystkie ściany należy ocieplić wraz z fundamentami.

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) | 0,8 | 0,8 |
| powierzchnia ogrzewana A_f | m ² | 1032 | 1032 |
| 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 | - | 0,55 | 0,55 |
| liczba dni w roku t_R | dzień | 365 | 365 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$ | kWh/rok | 8 683 | 8 683 |
| Ilość ciepła z kolektorów | % | 0 | 0 |
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$ | - | 0,65 | 2,60 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$ | - | 0,75 | 0,75 |
| sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew} | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność akumulacji η_{sw} | - | 0,80 | 0,85 |
| sprawność całkowita η_w | - | 0,39 | 1,658 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$ | kWh/a | 22 264 | 5 239 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$ | GJ/a | 80 | 19 |

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

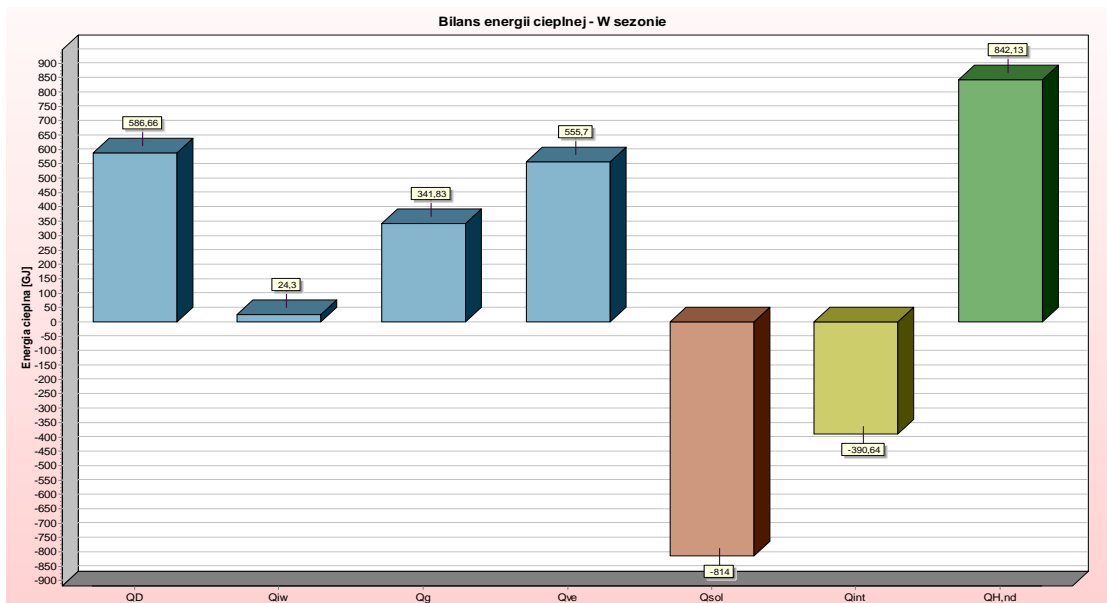
| Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|-------------------|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| Ilość użytkowników | os. | 150 | 150 |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw} | l | 30 | 30 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ | m ³ /h | 0,250 | 0,250 |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ | - | 2,744 | 2,744 |
| 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. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwi} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$ | kW | 35,9 | 35,9 |
| Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | kW | 13,1 | 13,1 |

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.8 PRO**

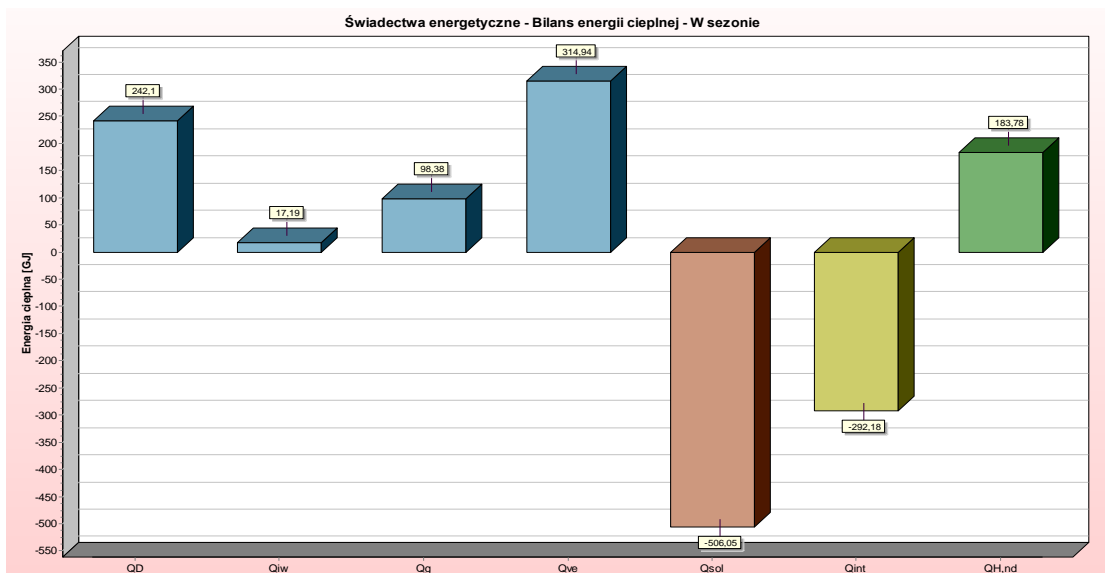
| Wariant | Zapotrzebowanie | |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| | mocy cieplnej, MW | ciepła Q_H , GJ/a |
| 1 | 0,090634 | 545,99 |
| 2 | 0,091959 | 555,80 |
| 3 | 0,093928 | 570,44 |
| 4 | 0,109320 | 693,72 |
| 5 | 0,127714 | 840,61 |
| 6 | 0,127902 | 842,13 |
| 0 - stan istniejący | 0,127902 | 842,13 |

WYNIKI NORMĄ 13790

PRZED MODERNIZACJĄ



PO MODERNIZACJI



Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla: Nowy Sącz

S_d dla przegród zewnętrznych

| | Dane dla miesięcy | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------|-------|-----|------|------|-------|-----|-------|--|
| | I | II | III | IV | V | IX | X | XI | XII | |
| Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C] | 0,5 | 0,8 | 2,9 | 8,3 | 12,7 | 13,6 | 7,5 | 3 | 0,7 | |
| Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m) | 31 | 28 | 31 | 30 | 5 | 5 | 31 | 30 | 31 | |
| Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C] | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| $(\Theta_{int,H} - \Theta_e) * Ld(m)$ [dzień*K/m-c] | 604,5 | 537,6 | 530,1 | 351 | 36,5 | 32 | 387,5 | 510 | 598,3 | |

Dla przegród zewnętrznych **S_d 3 588** dzień*K/rok przy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu oświetlenia

Opis wariantów usprawnienia:

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
|------------------------------------|--|------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku | W/m ² | 8,0 | 5,2 | 4,0 |
| 2 | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia | h | 1800 | 1800 | 1800 |
| 3 | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy | h | 200 | 200 | 200 |
| 4 | Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego | ---- | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy | ---- | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego | ----- | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI | kWh/m ² rok | 16,0 | 10,4 | 8,0 |
| 8 | Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{kL} = A_f \cdot LENI$ | kWh/rok | 16 516 | 10 736 | 8 258 |
| 9 | Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{kL} | kWh/rok | | 5 781 | 8 258 |
| 10 | Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed} | zł/kWh | 0,54 | | |
| 11 | Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K | zł/rok | 8 919 | 5 797 | 4 459 |
| 12 | Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K | zł/rok | | 3 122 | 4 459 |
| 13 | Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U | zł | | 40 000,00 | 50 176,73 |
| 14 | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | | 12,8 | 11,3 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | |
| Kosztorys | | | | | |
| Wybrany wariant | 50 176,73 | | | 11,3 | |

| MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ | | | | |
|--|--|-----------|-----------------|----------------------------|
| | | Jednostki | Stan istniejący | Stan po montażu instalacji |
| 1. | Moc znamieniowa instalacji fotowoltaicznej | kW | 0 | 50,0 |
| 2. | Całkowity roczny uzysk energii | kWh/rok | 0 | 40 000 |
| 3. | Jednostkowe opłaty za energię elektryczną | zł/kWh | 0,54 | |
| 4. | Roczny koszt oszczędności na opłatach za energię elektryczną | zł/rok | ----- | 21 600 |
| 5. | Koszt montażu instalacji | zł | ----- | 302 544 |
| 6. | Prosty czas zwrotu | lat | ----- | 14,01 |

Obliczenie EP

| | | PRZED | PO | |
|----|--------------------|----------------|--------------|----------------|
| EU | c.o. | 435,73 | 183,78 | GJ/rok |
| | c.o. | 121 036 | 51 050 | kWh/rok |
| EK | c.w.u. | 22 264 | 5 239 | kWh/rok |
| | c.o. | 252 159 | 26 868 | kWh/rok |
| | energia pomocnicza | 1 213 | 1 213 | kWh/rok |
| | oświetlenie | 16 516 | 8 258 | kWh/rok |
| | fotowoltaika | 0 | -40 000 | kWh/rok |
| | EK | 292 152 | 1 578 | kWh/rok |
| EP | c.w.u. | 24 490 | 0 | kWh/rok |
| | c.o. | 277 375 | 4 734 | kWh/rok |
| | energia pomocnicza | 3 639 | 0 | kWh/rok |
| | oświetlenie | 49 548 | 0 | kWh/rok |
| | EP | 355 052 | 4 734 | kWh/rok |

PODSUMOWANIE INWESTYCJI

| OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII PIERWOTNEJ | | | |
|--------------------------------|------------------|----------------|---------------|
| | PRZED | PO | oszczędność |
| | kWh | kWh | |
| energia pierwotna | 355 052,3 | 4 734,0 | 98,67% |