



DOEKOGROUP

Jeden krok do ekologii

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



ADRES BUDYNKU

ulica:
miejscowość:
kod pocztowy:
powiat:
województwo:

Stróżna 188
Bobowa
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. | Stróżna 188 | |
| | | | kod | 38-350 | Bobowa |
| | | | powiat | gorlicki | |
| | | | woj. | małopolskie | |
| 2. | Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt | | | | |
| DOEKO GROUP Sp. z o.o. ul. Bociana 4a/49; 31-231 Kraków REGON: 364913709 | | | | | |
| 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 Certyfikator energetyczny - 12020 Zrzeszenie Audytorów Energetycznych - 1879 Stowarzyszenie Certyfikatorów i Audytorów Energetycznych - 111 Ekspert ds. Efektywności Energetycznej RPO WiM 2014-2020 | | |  mgr inż. Jakub Szymanowicz Centralny Rejestr Charakterystyki Energetycznej Budynków - 12020 Zrzeszenie Audytorów Energetycznych - 1879 podpis | | |
| 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 | 2 | bez zmian |
| 3 | Kubatura części ogrzewanej | m ³ 2999 | bez zmian |
| 4 | Powierzchnia budynku netto | m ² 920 | bez zmian |
| 5 | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej | m ² 55 | bez zmian |
| 6 | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | m ² 865 | bez zmian |
| 7 | Liczba lokali mieszkalnych | 1 | bez zmian |
| 8 | Liczba osób użytkujących budynek | 170 | 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 0,31 | bez zmian |
| 12 | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K] | | | |
| 1 | Ściany zewnętrzne | 0,301 | 0,194 |
| 2 | Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 0,654 | 0,138 |
| 3 | Strop nad piwnicą | - | - |
| 4 | Podłoga na gruncie w przestrzeni ogrzewanej | 0,579 | 0,579 |
| 5 | Okna, drzwi balkonowe | 1,5 | 1,5 |
| 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 2 999 | 2 999 |
| 4 | Krotność wymian powietrza | 1/h 1,00 | 1,00 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | kW 83,0 | 67,4 |
| 2 | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej | kW 14,8 | 14,8 |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok 489 | 359 |
| 4 | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok 822 | 152 |

| | | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|--------|--------|
| 5 | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/rok | 71 | 17 |
| 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 | 147,52 | 108,31 |
| 7 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² *rok | 248,21 | 45,90 |
| 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 | 3,80 | 2,07 |
| 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 | 13,48 | 9,49 |
| 9 | Inne | zł/rok | - | - |

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- brak

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)

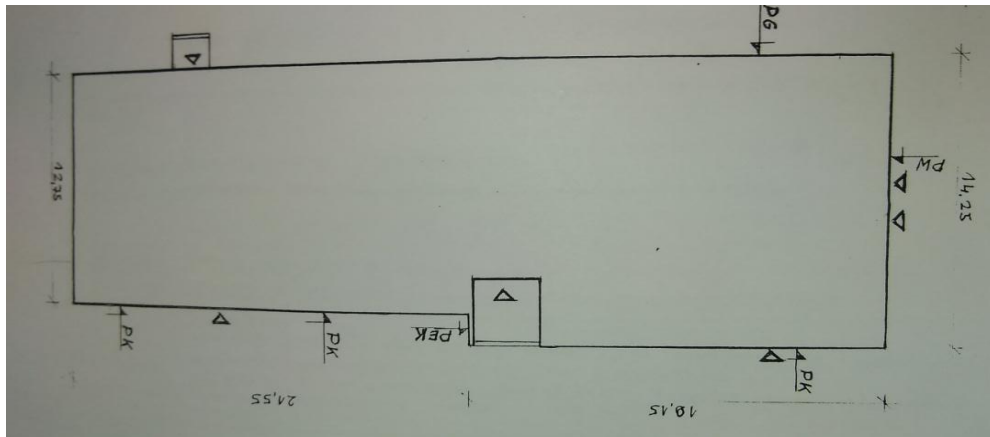
- docieplnie stropu strych
- modernizacja systemu c.o.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

| | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|--------|
| Własność | Gmina Bobowa | | |
| Przeznaczenie budynku | użyteczności publicznej | | |
| Adres | Stróżna 188 | 38-350 | Bobowa |
| Budynek | szkoła | | |
| Technologia budowy | tradycyjna | | |

4.2. Rzut budynku



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 2 kondygnacjach naziemnych bez podpiwniczenia oraz strychem nie użytkowym.

Strop pod strychem - ocieplony styropianem 5cm.

Ściany zewnętrzne - ocieplone styropianem 10cm

Okna - PCV w dobrym stanie

Drzwi - aluminiowe, nieszczelne

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] | 83,0 |
| 4 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu | [kW] | 14,8 |
| 5 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 488,6 |
| 6 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 822,0 |

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 | stalowe |
| 5 | Ostonięcie grzejników | brak |
| 6 | Zawory termostatyczne | brak |
| 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} |
| 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 gazowy |
| 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 na parterze. W kotłowni stare kotły węglowe do c.o. oraz wyeksploatowany kocioł z zasobnikiem do c.w.u.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | grawitacyjna |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h | 2 999 |

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ściany zewnętrzne ocieplone - nie spełniają WT 21

5.2 Przegrody wewnętrzne

Strop pod strychem ocieplony niedostatecznie.

5.3 Stolarka okienna

Okna PCV w stanie dobrym.

5.4 Stolarka drzwiowa

Drzwi aluminiowe, nieszczelne.

5.5 System grzewczy

Instalacja oraz kotłownia stara w złym stanie technicznym.

5.6 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja w dobrym stanie, kocioł stary w złym stanie technicznym.

5.7 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna, nie zauważono problemów.

**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></p> <p>Ściany zewnętrzne ocieplone - nie spełniają WT 21</p> | <p>Proponuje się docieplić ściany zewnętrzne.</p> |
| 2 | <p><u>Przegrody wewnętrzne</u></p> <p>Strop pod strychem ocieplony niedostatecznie.</p> | <p>Proponuje się ocieplić styropianem.</p> |
| 3 | <p><u>Stołarka okiena</u></p> <p>Okna PCV w stanie dobrym.</p> | <p>Nie przewiduje się zmian.</p> |
| 4 | <p><u>Stołarka drzwiowa</u></p> <p>Drzwi aluminiowe, nieszczelne.</p> | <p>Proponuje się wymienić na nowe.</p> |
| 5 | <p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja oraz kotłownia stara w złym stanie technicznym.</p> | <p>Proponuje się wymienić całą instalację oraz zamontować powietrzną pompę ciepła wraz z automatyką.</p> |
| 6 | <p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Instalacja w dobrym stanie, kocioł stary w złym stanie technicznym.</p> | <p>Proponuje się podpiąć instalacje do pomp ciepła.</p> |
| 7 | <p><u>System wentylacji</u></p> <p>Wentylacja grawitacyjna, nie zauważono problemów.</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 strop pod strychem | Docieplenie stropu styropianem. |
| 2 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany | Docieplenie ścian zewnętrznych. |
| 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 | Docieplnie ścian zewnętrznych |
| | | Docieplnie stropu strych |
| | | 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 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{strychu} | -11,9 | -17,5 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Sd dla przegród zewnętrznych | 3 588 | 3 588 | dzień·K·a |
| Sd dla stropu pod nieogrzewanym strychem | 2 870 | 3 372 | |
| 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 |

| | |
|--|-------------------|
| 7.3.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda |
| | Ściany zewnętrzne |

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 763 m²
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 763 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
|-----|--|--------------------|-----------------|----------|---------|---------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 2 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | W/m ² K | 0,301 | 0,204 | 0,194 | 0,184 |
| 3 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_C$ | GJ/a | 71,2 | 48,3 | 45,8 | 43,6 |
| 4 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$ | MW | 0,0092 | 0,0062 | 0,0059 | 0,0056 |
| 5 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/a | | 1 168 | 1 295 | 1 408 |
| 6 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 384,26 | 390,26 | 430,26 |
| 7 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 293 188 | 297 766 | 328 286 |
| 8 | SPBT = N _U / ΔO _{ru} | lata | | 251,0 | 229,93 | 233,16 |

Podstawa przyjętych wartości N_U

Kosztorys

| | | | | |
|----------------------------|----------------|-------------------|--------------|------------------|
| Wybrany wariant : 2 | Koszt : | 297 766 zł | SPBT= | 229,9 lat |
|----------------------------|----------------|-------------------|--------------|------------------|

| 7.3.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|---|------------------------|-----------------|--------------------|---------|---------|
| | | | | Strop pod strychem | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 664 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 664 \text{ m}^2$ | | | | | | |
| Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu poprzez ułożenie na stropie wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda: 0,035 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej. | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$ | m | | 0,15 | 0,20 | 0,25 |
| 3 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | $\text{W/m}^2\text{K}$ | 0,654 | 0,172 | 0,138 | 0,115 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 107,6 | 33,3 | 26,7 | 22,3 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0138 | 0,0043 | 0,0034 | 0,0029 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/a | | 3 791 | 4 126 | 4 350 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 150,13 | 160,13 | 170,13 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 99 659 | 106 297 | 112 935 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 26,29 | 25,76 | 25,96 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U Kosztorys | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : 106 297 zł | | SPBT= 25,8 lat | | |

| 7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji | | | | Przedsięwzięcie | |
|---|---|--------------------|-----------------|-----------------|----------|
| | | | | Wymiana drzwi | |
| <p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 13,12 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{went} = 600 \text{ m}^3$</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 | 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 | 12 | 5 | 4 |
| 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 | 37 | 26 | 25 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0016 | 0,0007 | 0,0006 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0053 | 0,0041 | 0,0041 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,0069 | 0,0048 | 0,0047 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/rok | | 561 | 612 |
| 10 | Koszt jednostkowy drzwi N_{OK} | zł | | 2 062 | 2 000 |
| 11 | Koszt wymiany drzwi N_{OK} | zł | | 27 050 | 26 240 |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | zł | | 0 | 0 |
| 13 | Koszt $N_w + N_{OK}$ | zł | | 27 050 | 26 240 |
| 14 | $SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 48,2 | 42,9 |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p style="text-align: center;">Kosztorys</p> | | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt : | 27 050 zł | SPBT= | 48,2 lat |

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

Dane: $Q_{ocw} = 71 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0148 \text{ MW}$

Opis:

Proponuje się podpiąć instalację do pomp ciepła

| Lp. | | Jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|-----|--|--------|-----------------|----------------------|
| 1 | Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$ | MW | 0,0148 | 0,0148 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$ | GJ/rok | 71 | 17 |
| 3 | Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$ | zł/a | 3 621 | 2 550 |
| 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 | 3 621 | 2 550 |
| 7 | Różnica | zł/a | | 1 071 |
| 8 | Koszt | zł | | 10 000 |
| 9 | SPBT | lat | | 9,34 |

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Kosztorys

| | | | |
|--------------|------------------|-------------|----------------|
| KOSZT | 10 000 zł | SPBT | 9,3 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 | 9,3 |
| 2 | Ocieplenie stropu pod strychem | 106 297 | 25,8 |
| 3 | Wymiana drzwi | 27 050 | 48,2 |
| 4 | Docieplenie ścian zewnętrznych | 297 766 | 229,9 |

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

Dane: $Q_{oco} = 489 \text{ GJ/a}$

Opis:

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

| | | |
|--------------|-----------|-------------------|
| koszt | zł | 261 244 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 | Powietrzna 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 | 0,083028 | 0,083028 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 489 | 489 |
| 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 | 822 | 208 |
| 7 | Roczna opłata zmienna | zł/rok | 41 922 | 31 200 |
| 8 | Roczna opłata stała | zł/rok | 0 | 0 |
| 9 | Roczny abonament | zł/rok | 0 | 0 |
| 10 | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 41 922 | 31 200 |
| 11 | Różnica | zł/rok | | 10 722 |
| 12 | Koszt | zł | | 261 244 |
| 13 | SPBT | lat | | 24,4 |

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 |
| 1 | Modernizacja c.o. | X | X | X | X |
| 2 | Modernizacja c.w.u. | X | X | X | X |
| 2 | Ocieplenie stropu pod strychem | X | X | X | |
| 3 | Wymiana drzwi | X | X | X | |
| 4 | Docieplenie ścian zewnętrznych | 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 | 702 357 | 10 000 | 712 357 |
| 2 | 1+2+3+4 | 404 591 | 10 000 | 414 591 |
| 3 | 1+2+3 | 377 541 | 10 000 | 387 541 |
| 4 | 1+2 | 271 244 | 10 000 | 281 244 |

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 | 0,0674 | 359 | 1,900 | 0,81 | 152 | 22 800 | 0,0148 | 17 | 2 550 | 0,0822 | 169 | 25 350 | 724 | 20 193 |
| 2 | 0,0704 | 383 | 1,900 | 0,81 | 163 | 24 450 | 0,0000 | 17 | 2 550 | 0,0704 | 180 | 27 000 | 713 | 18 543 |
| 3 | 0,0713 | 391 | 1,900 | 0,81 | 166 | 24 900 | 0,0148 | 17 | 2 550 | 0,0861 | 183 | 27 450 | 710 | 18 093 |
| 4 | 0,0830 | 489 | 1,900 | 0,81 | 208 | 31 200 | 0,0000 | 17 | 2 550 | 0,0830 | 225 | 33 750 | 668 | 11 793 |
| 0-stan istniejący | 0,0830 | 489 | 0,480 | 0,81 | 822 | 41 922 | 0,0148 | 71 | 3 621 | 0,0979 | 893 | 45 543 | | |

1 wariant wybrany do realizacji

7.8.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite zł | Roczna oszczędność kosztów energii zł | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na % |
|-----|---|----------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Ocieplenie stropu pod strychem Wymiana drzwi Docieplenie ścian zewnętrznych | 712 357 | 20 193 | 81% |
| 2 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Ocieplenie stropu pod strychem Wymiana drzwi | 414 591 | 18 543 | 80% |
| 3 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. Ocieplenie stropu pod strychem | 387 541 | 18 093 | 80% |
| 4 | Modernizacja c.o. Modernizacja c.w.u. | 281 244 | 11 793 | 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.

Ocieplenie stropu pod strychem

Wymiana drzwi

Docieplenie ścian zewnętrznych

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.

Ocieplenie stropu pod strychem Należy ocieplić przy użyciu styropianu o grubości 20cm oraz współczynnika $\lambda=0,035$

Wymiana drzwi Należy wymienić wszystkie drzwi na nowe o współczynniku $U=1,3$

Docieplenie ścian zewnętrznych Należy docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 7cm oraz współczynnika $\lambda=0,038$

Należy ocieplić wszystkie ściany fundamentowe.

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 | 920 | 920 |
| 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 | 7 739 | 7 739 |
| 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 | 19 844 | 4 669 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$ | GJ/a | 71 | 17 |

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

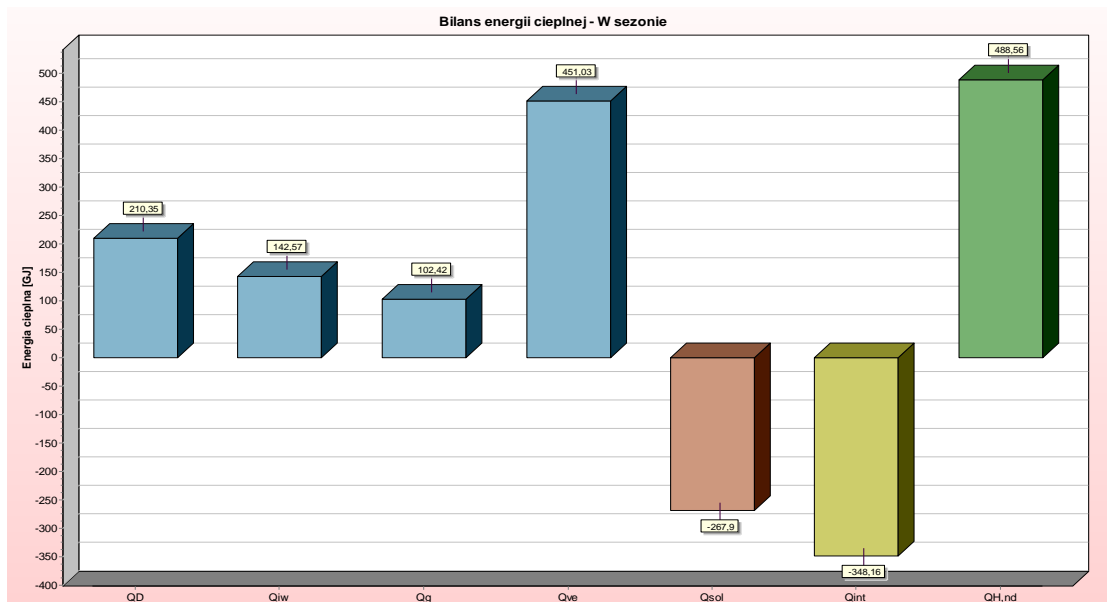
| Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|-------------------|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| Ilość użytkowników | os. | 170 | 170 |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw} | l | 30 | 30 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ | m ³ /h | 0,283 | 0,283 |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ | - | 2,662 | 2,662 |
| 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 | 39,5 | 39,5 |
| Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | kW | 14,8 | 14,8 |

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

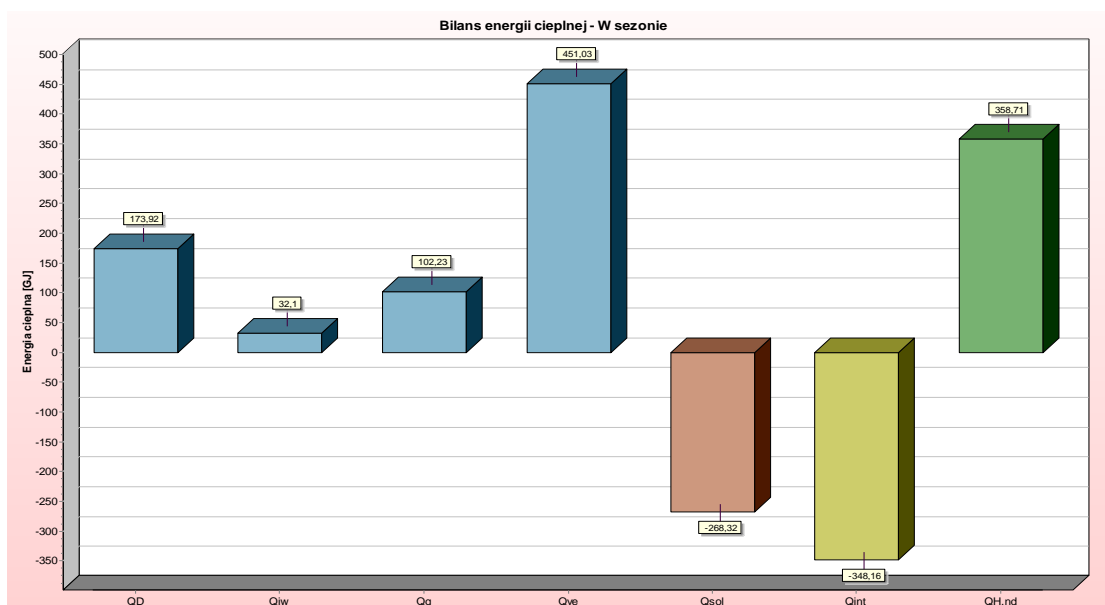
| Wariant | Zapotrzebowanie | |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| | mocy cieplnej, MW | ciepła Q_H , GJ/a |
| 1 | 0,067358 | 358,71 |
| 2 | 0,070376 | 383,18 |
| 3 | 0,071269 | 390,70 |
| 4 | 0,083028 | 488,56 |
| 0 - stan istniejący | 0,083028 | 488,56 |

WYNIKI NORMĄ 13790

PRZED MODERNIZACJĄ



PO MODERNIZACJI



Obliczenie stopniodni Sd

Dane klimatyczne dla: Nowy Sącz

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

Sd dla stropu pod strychem, przed ociepleniem

| | | |
|--|------|----|
| Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych | 10,9 | °C |
| Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e | -20 | °C |
| $b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$ | 0,23 | - |

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **825** dzień*K/rok

| | | |
|--|-------|----|
| Temperatura nieogrzewanego strychu w warunkach projektowych | -11,9 | °C |
| Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e | -20 | °C |
| $b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$ | 0,8 | - |

$S_{d\ str} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **2 870** dzień*K/rok

Sd dla stropu nad piwnicą, po ociepleniu

| | | |
|--|------|----|
| Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych | 5 | °C |
| Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e | -20 | °C |
| $b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$ | 0,38 | - |

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **1 363** dzień*K/rok

Sd dla stropu pod strychem, po ociepleniu

| | | |
|--|-------|----|
| Temperatura nieogrzewanego strychu w warunkach projektowych | -17,5 | °C |
| Projektowa temperatura zewnętrzna Θ_e | -20 | °C |
| $b_{tr} = (\Theta_{int,H}-\Theta_{piw})/(\Theta_{int,H}-\Theta_e)$ | 0,94 | - |

$S_{d\ str} = b_{tr} * S_{d\ 20}$ **3 372** dzień*K/rok

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 | 14 720 | 9 568 | 7 360 |
| 9 | Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{kL} | kWh/rok | | 5 152 | 7 360 |
| 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 | 7 949 | 5 167 | 3 974 |
| 12 | Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K | zł/rok | | 2 782 | 3 974 |
| 13 | Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U | zł | | 33 021,00 | 36 613,94 |
| 14 | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | | 11,9 | 9,2 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | |
| Kosztorys | | | | | |
| Wybrany wariant | 36 613,94 | | | 9,2 | |

| 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 | ----- | 302 543 |
| 6. | Prosty czas zwrotu | lat | ----- | 14,01 |

Obliczenie EP

| | | PRZED | PO | |
|----|--------------------|----------------|---------------|----------------|
| EU | c.o. | 331,36 | 212,09 | GJ/rok |
| | c.o. | 92 044 | 58 914 | kWh/rok |
| EK | c.w.u. | 19 844 | 4 669 | kWh/rok |
| | c.o. | 191 759 | 31 007 | kWh/rok |
| | energia pomocnicza | 1 081 | 1 081 | kWh/rok |
| | oświetlenie | 14 720 | 7 360 | kWh/rok |
| | fotowoltaika | 0 | -40 000 | kWh/rok |
| | EK | 227 404 | 4 117 | kWh/rok |
| EP | c.w.u. | 21 828 | 0 | kWh/rok |
| | c.o. | 210 935 | 12 351 | kWh/rok |
| | energia pomocnicza | 3 243 | 0 | kWh/rok |
| | oświetlenie | 44 160 | 0 | kWh/rok |
| | EP | 280 166 | 12 351 | kWh/rok |

PODSUMOWANIE INWESTYCJI

| OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII PIERWOTNEJ | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | PRZED | PO | oszczędność |
| | kWh | kWh | |
| energia pierwotna | 280 166,3 | 12 351,0 | 95,59% |