
Audyt energetyczny
STODOŁA EDUKACYJNA
Brynek, ul. Grabowa 9



Rybnik, czerwiec 2023

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| 1. | STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU | | | |
| 1 | Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1 | Rodzaj budynku: | budynek Stodoły Ekologicznej | 1.2 | Rok budowy: |
| 1.3 | Inwestor | PGLLP Nadleśnictwo Brynek, 42 – 690 Tworóg, Brynek ul. Grabowa 3 | 1.4 | Adres budynku |
| (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) | | | 42 – 690 Tworóg, Brynek ul. Grabowa 3 | |
| (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości) | | | | |
| 2 | Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: | | | |
| <p>Przyjazny Dom Katarzyna Odlanicka-Poczobut 44-251 Rybnik ul Buchalików 11C <i>biuro@przyjaznydom.pl 502 42 50 36</i></p> | | | | |
| 3 | Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| <p>dr inż. Tomasz Odlanicki-Poczobut - członek ZAE nr 834 44-251 ul Buchalików 11C</p> | | | | |
| 4 | Współautorzy audytu; imiona, nazwiska, zakres prac | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | | Zakres udziału w opracowaniu audytu | |
| 1 | mgr inż. Katarzyna Odlanicka-Poczobut up. bud. SLK/0480/PWOS/04 mgr inż. Małgorzata Puc up. bud. SLK/0480/PWOS/04 | | Obliczenia OZC, Obliczenia strumieni wentylacji | |
| 5 | Miejscowość: Rybnik | | 6 Data wykonania opracowania: czerwiec 2023 r. | |

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | Karta audytu energetycznego..... | 5 |
| 2. | Dane formalne | 10 |
| 2.1. | Inwestor | 10 |
| 2.2. | Lokalizacja obiektu | 10 |
| 2.3. | Dane źródłowe | 10 |
| 3. | Ogólna charakterystyka obiektu | 11 |
| 3.1. | Przegląd informacji o budynku | 11 |
| 3.1.1. | Profil działalności | 11 |
| 3.1.2. | Ogólna charakterystyka otoczenia i budynku | 11 |
| 3.2. | Opis budynku raz jego lokalizacji | 11 |
| 3.3. | Charakterystyczne parametry techniczne budynku | 12 |
| 3.4. | Wypożyczenie techniczne - instalacje / sieci | 13 |
| 3.5. | Zużycie nośników energii w obiekcie | 13 |
| 3.5.1. | Zużycie paliw/ energii elektrycznej/ wody | 13 |
| 4. | Opis stanu istniejącego | 13 |
| 4.1. | Struktura budynku | 13 |
| 4.1.1. | Opis obiektu | 13 |
| 4.1.2. | Opinia techniczna stanu istniejącego | 13 |
| 4.1.3. | Ściany zewnętrzne..... | 16 |
| 4.1.4. | Dachy/stropodachy poszczególnych segmentów/części budynku | 16 |
| 4.1.5. | Ściany wewnętrzne..... | 16 |
| 4.1.6. | Podłogi | 16 |
| 4.1.7. | Stolarka okienna: | 16 |
| 4.1.8. | Stolarka drzwiowa:..... | 17 |
| 4.1.9. | Zestawienie współczynników przenikania ciepła przegród | 17 |
| 4.1.10. | Podsumowanie | 17 |
| 4.2. | Wypożyczenie techniczne obiektu..... | 18 |
| 4.2.1. | Systemy grzewcze w budynku | 18 |
| 4.2.2. | System przygotowania ciepłej wody użytkowej..... | 19 |
| 4.2.3. | Wentylacja budynku..... | 20 |
| 4.2.4. | Instalacja chłodzenia/Klimatyzacja budynku | 20 |
| 4.2.5. | Instalacja gazowa | 20 |
| 5. | Przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej..... | 21 |
| 5.1. | Przedstawienie możliwych usprawnień bezinwestycyjnych..... | 21 |
| 5.2. | Przedstawienie przedsięwzięć o krótkim i średnim czasie zwrotu | 21 |
| 5.3. | Przedstawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wymagających znacznych nakładów. 21 | |
| 5.3.1. | Wykaz usprawnień termomodernizacyjnych | 22 |
| 5.4. | OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO..... | 22 |
| 5.4.1. | Wybór przedsięwzięć od dalszej analizy techniczno-ekonomicznej | 22 |
| 5.4.2. | Wymagania/ ograniczenia zewnętrzne..... | 22 |
| 5.4.3. | Wymagania/ ograniczenia Zamawiającego | 22 |
| 5.4.4. | Dane przyjęte do obliczeń | 23 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.4.5. | Lista wybranych przedsięwzięć od dalszej analizy | 24 |
| 6. | OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 25 |
| 6.1. | Przegrody budowlane pionowe | 25 |
| 6.1.1. | Ściana zewnętrzna części głównej | 25 |
| 6.1.2. | Ściana zewnętrzna drewniana w części głównej z drzwiami wejściowymi. | 26 |
| 6.2. | Przegrody budowlane poziome - dach | 28 |
| 6.2.1. | Dach | 28 |
| 6.2.2. | Podłoga | 29 |
| 6.3. | Stolarka okienna | 30 |
| 6.3.1. | Wymiana okna łukowego w części głównej nad wejściem | 30 |
| 6.3.2. | Zabudowa okien nieotwieralnych w miejsce luxferów. | 31 |
| 6.4. | Instalacja wentylacji mechanicznej | 32 |
| 6.5. | Źródło ciepła i instalacje grzewcze | 34 |
| 6.5.1. | Obliczenia dla wstępnie dobranego źródła | 34 |
| 6.6. | Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wg rosnącej wartości SPBT | 36 |
| 7. | Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 37 |
| 7.1. | Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego | 37 |
| 8. | Wyniki obliczeń energetyczno-ekonomicznych | 37 |
| 8.1. | Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku zgodnie z warunkami finansowania wg Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów | 39 |
| 8.2. | Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 40 |
| 9. | Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji | 41 |
| 9.1. | Wykaz częściowych przedsięwzięć termo modernizacyjnych wariantu optymalnego | 41 |
| 9.2. | Planowana rozbudowa budynku | 41 |
| 9.3. | Dodatkowe główne prace wymagane do niezbędne do spełnienie obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, wymogów ppoż i praw budowlanego | 43 |
| 9.4. | Efekty wykonania robót zawartych w wariantcie | 44 |

1. Karta audytu energetycznego

| | | | |
|--|--|--|--|
| 1. Dane ogólne | | | |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | |
| 2. | Liczba kondygnacji | 1 | |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m3] | 586,00 | 597,51 |
| 4. | Powierzchnia użytkowa budynku [m2] | 116,7 | 121,93 |
| 5. | Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m2] | 0,00 | |
| 6. | Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%] | 0 | 0 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | do 30 | do 30 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | Podgrzewacz elektryczny | Podgrzewacz elektryczny |
| 10. | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | Ogrzewanie podłogowe elektryczne Kominiek z otwartą komorą spalania na drewno, Promienniki podczerwieni elektryczne, | Ogrzewanie podłogowe elektryczne (bez zmian) Pompa ciepła z instalacją CO wodną podłogową |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V 1/m | 0,82 | |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | Budynek o charakterze reprezentacyjnym | |
| | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)] | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne część główna/pom. sanitarno-higieniczne | 2,11 / 0,20 | 0,2/0,191 |
| 2. | Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami część główna/pom. sanitarno-higieniczne | 2,44 / 0,112 | 0,15/0,112 |
| 3. | Strop nad piwnicą | brak | brak |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych część główna/pom. sanitarno-higieniczne | 0,43 / 0,125 | 0,2/0,125 |

| | | | |
|----|--|---------|-----------|
| 5. | Okna drzwi balkonowe Okno łezkowe /okna projektowane część główna /pom. sanitarno-higieniczne | 2,5/0,9 | 0,9/0,9 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne / bramy Ściana drewniana z drzwiami / wiatrołap | 2,85 | 1,3/ 0,47 |
| 7. | Inne Pustaki szklane | 1,80 | 0,90 |

3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu

| | | Kominek C | Ogrzewanie podłogowe elektryczne B | Promienniki elektryczne A | Ogrzewanie podłogowe elektryczne bez zmian A | Pompa ciepła PC |
|----|---|--------------|---|---------------------------------|--|--------------------|
| 1. | Sprawność wytwarzania | 0,55 | 0,990 | 0,990 | 0,99 | 3,0 |
| 2. | Sprawność przesyłu | 1,00 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 0,97 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,70 | 0,910 | 0,910 | 0,90 | 0,93 |
| 4. | Sprawność akumulacji | 1,00 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 0,95 |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-] | 0,85 | | | 0,85 | |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-] | 0,88 | | | 0,88 | |

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

| | | | |
|----|-------------------------------------|------|------|
| 1. | Sprawność wytwarzania | 0,96 | 0,96 |
| 2. | Sprawność przesyłu | 1,00 | 1,00 |
| 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 /wywiewna | Mechaniczna nawiewno-wywiewna / wywiewna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | Nieszczelności w drzwiach oknach przewody wentylacyjne | Przewody wentylacyjne |
| 3. | Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h] część socjalna | 362 / 60 | średni 345 max. 1200 / 60 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 0,62 | max. 2,69 |

6. Charakterystyka energetyczna budynku

| | | | |
|----|---|-------|------|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 34,30 | 9,13 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 0,61 | 0,61 |

| | | | |
|----|--|-------------|--------|
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 275,31 | 47,91 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 298,52 | 24,01 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 3,52 | 3,52 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | brak danych | |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | brak danych | |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)] | 655,32 | 109,15 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)] | 710,58 | 54,69 |
| 10 | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | | |

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)

| | | | |
|----|--|----------|--------|
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ] | 276,27 | 380,03 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 6 371,40 | 6371,4 |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³] | 76,006 | 76,006 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/miesiąc] | 6 371,40 | 6371,4 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c] | 80,61 | 6,40 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 2,80 | 2,80 |
| 7. | Inne - [zł] | - | - |

8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | |
|----|---|--|------|
| 1. | EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ^{viii)} [kWh/(m ² rok)] | 959,4 | 83,2 |
| 2. | EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ^{viii)} [kWh/(m ² rok)] | 1 899,9 | 40,4 |
| 3. | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%] | 92% | |
| 4. | Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok] | 275 | |
| 5. | Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok] | 6,56 | |
| 6. | Uniknięta emisja CO ₂ ^{viii)} [t CO ₂ /rok] | 48,54 | |
| 7. | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] | 104 450 | |
| 8. | Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW] | 10,06 kWp Instalacja PV 6,0/8,0 kW Pompa ciepła powietrze-woda | |

8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | netto | brutto |
|----|--|-------------|------------|
| 1. | Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 ^(X) [zł] | 604 436,55 | 743 456,95 |
| 2. | Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł] | 95 165,31 | 117 053,33 |
| 3. | Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [%] | 16,0 | |
| 4. | Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE 5) | | |
| 5. | Premia termomodernizacyjna ^{6) *)} [zł] | nie dotyczy | |

9. Grant termomodernizacyjny

| | | |
|----|--|--|
| 1. | Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)] | EP _{H+W} =45,00 EP _L =25,00 EP _C =21,65 |
| 2. | Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ/ NIEODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane | |
| 3. | Wysokość grantu termomodernizacyjnego ^{8) **)} [zł] | 0 |

10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾ nie dotyczy

| | | |
|----|---|--|
| 1. | Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku spełniony jest warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK /NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾ | |
| 2. | Wysokość premii MZG [zł] | |
| 3. | Wysokość grantu MZG ^{4) ***)} [zł] | |
| 4. | Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł] | |

11. Inne

| | |
|----|---|
| 1. | W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja |
| 2. | Budynek JEST NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków |
| 3. | Przedsięwzięcie STANOWI /NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy |
| 4. | Z audytu energetycznego WYNIKA/ NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust.2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾ |

1) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

4) Jeśli dotyczy

5) Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

7) Niepotrzebne skreślić.

- 8) *Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.*
- 9) *Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1. ustawy*
- 10) *Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.*
- *) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:*
 - 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy,*
 - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy,*
 - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy*
- **) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto*
- ****
 -) 30% kosztów przedsięwzięcia netto*

2. Dane formalne

2.1. Inwestor

Państwowe Gospodarstwo Leśne LP

Nadleśnictwo Brynek,

Brynek ul. Grabowa 3

42 – 690 Tworóg,

2.2. Lokalizacja obiektu

woj. śląskie Brynek ul. Grabowa 3,

działka nr ew. 395/45 i 742/46

2.3. Dane źródłowe

Analizę opracowano na podstawie nw:

- Umowa i uzgodnienia z Zamawiającym
- Wizja lokalna na terenie planowanej inwestycji
- Ustalenia z Zamawiającym,
- Inwentaryzacja do celów projektowych
- Dokumentacja fotograficzna obiektu
- Uzgodnienia i wytyczne miejskiego Konserwatora zabytków
- Obowiązujące normy, przepisy i zasady wiedzy technicznej
- Branżowych aktów prawnych.

Dane źródłowe wykorzystywane w opracowaniu

| Lp. | Temat opracowania | Nazwa / Wykonawca / Data |
|-----|--|---|
| 1. | Inwentaryzacja techniczno-budowlana | Brak |
| 2 | Projekty techniczne budowlane | Projekt budowlany przebudowy i rozbudowy budynku stodoły edukacyjnej /PROKIER Czesław Gabryś / 2012 Projekty techniczny budowlany przebudowy budynku stodoły edukacyjnej MMA Małek Siemianowice 2021 |
| 3. | Kosztorysy inwestorskie | Przebudowa istniejącego budynku stodoły edukacyjnej czerwiec 2023 Branża budowlana, Branża EE, Branża IS |
| 4 | Informacje ustne od zarządców i kadry technicznej obiektów | Pracownicy kadry technicznej i inni pracownicy techniczni i obsługi |
| 5. | Wizja lokalna | Wizje lokalne miały miejsce w latach 2021 - 2023 r. |

3. Ogólna charakterystyka obiektu

3.1. Przegląd informacji o budynku

3.1.1. Profil działalności

W budynku mieści się ośrodek edukacyjny Państwowych Gospodarstw Leśnych LP Nadleśnictwa Brynek. Główne pomieszczenie w I części budynku pełni funkcję edukacyjną, konferencyjną i obsługi grup zwiedzających ścieżkę edukacyjną lub gości Nadleśnictwa. W dobudowanej II części budynku znajdują się pomieszczenia higieniczno-sanitarne.

3.1.2. Ogólna charakterystyka otoczenia i budynku

Typ budynku - budynek użyteczności publicznej,

Obiekt znajduje się w III strefie klimatycznej.

Temperatura zewnętrzna obliczeniowa $T_e = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$,

Temperatura zewnętrzna średnioroczna $T_{sr} = 7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zabudowa w terenie zielonym w oddaleniu od centrum miejscowości ,

W otoczeniu budynku o wyższej od pd. zachodu oraz wysokich drzew (od północy) .

3.2. Opis budynku raz jego lokalizacji

Budynek pochodzi z początku XX wieku. W trakcie eksploatacji w wyniku zmiany funkcji pomieszczeń i innych okoliczności podlegał przebudowie.

Aktualnie w można wyróżnić :

(I) Część główną obejmującą najstarszą część budynku,

(II) Segment obejmujący dobudowane po roku 2012 dodatkowe pomieszczenia sanitarno-higieniczne,

Lokalizację budynku stodoły (bud. oznaczony nr (I) na rys. 1) z zaznaczonymi segmentami z orientacją względem stron świata przedstawiono na rysunku 1. Obok budynku stodoły zabudowany jest budynek administracji Nadleśnictwa (bud. oznaczony nr 3 na rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja budynku (z orientacją względem stron świata z zaznaczonymi etapami budowy - segmentami I, II,

3.3. Charakterystyczne parametry techniczne budynku

Dane z inwentaryzacji obiektu objętego audytem przedstawiono w **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..**

Dane charakterystyczne budynku

| | |
|---|-----------------------|
| Powierzchnia zabudowy | 146,5 m ² |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze | 116,77 m ² |
| Kubatura brutto | 760,0 m ³ |
| Wysokość budynku mierzona od poziomu terenu przy najniższym położonym wejściu do budynku /...../ do górnej krawędzi | 6,65 m |

3.4. Wyposażenie techniczne - instalacje / sieci

Do budynku doprowadzone są następujące instalacje zewnętrzne i przyłącza:

- wodny zimnej,
- kanalizacyjnej,
- elektryczne,

Budynek wyposażony w instalacje wewnętrzne:

- elektryczną,
- wod-kan,

3.5. Zużycie nośników energii w obiekcie

3.5.1. Zużycie paliw/ energii elektrycznej/ wody

Brak pomiaru energii elektrycznej dla budynku.

W obiekcie zabudowano jedynie licznik wody zimnej.

Pomiar wody zimnej odbywa się za pomocą licznika głównego zlokalizowanego w segmencie II. W budynku brak pomiaru ciepłej wody użytkowej.

4. Opis stanu istniejącego

4.1. Struktura budynku

4.1.1. Opis obiektu

Przedmiotowy obiekt to budynek 1 kondygnacyjny, całkowicie niepodpiwniczony. Zasadnicza prostokątna część obiektu została zrealizowana początkiem ubiegłego wieku. Po roku 2012 dobudowano część (segment II) z pomieszczeniami sanitarno-higienicznymi. Wejście bezpośrednio do pomieszczenia hali bez przedsionka i wiatrołapu. Brak klatki schodowej. Dach dwuspadowy, kryty blachodachówką. Ściany nieotynkowane, w części dobudowanej tynki zewnętrzne cementowo-wapienne gładkie.

4.1.2. Opinia techniczna stanu istniejącego

Kondycja techniczna całego budynku jest dobra.

Stan techniczny konstrukcji budynku nie budzi zastrzeżeń.

W oparciu o badania makroskopowe nie stwierdzono zużycia technicznego podstawowych elementów konstrukcyjnych:

- Ściany konstrukcyjne parteru nie wykazują oznak pęknięć i wychyleń z pionu,
- Ściany zewnętrzne fundamentowe murowane bez widocznych zarysowań i zacieków.
- Wszystkie ściany części (I) budynku nie spełniają wymagań żadnych norm izolacyjności cieplnej
- Elementy konstrukcyjne więźby dachu są w stanie dobrym. Do montażu docieplenia wymagane są dodatkowe elementy wzmacniające.
- Pokrycie dachu blachodachówką części głównej budynku jest w zadowalającym stanie, nie wykazuje oznak nieszczelności,

- Istniejące drzwi wejściowe nieszczelne z szybami ze szkłem pojedynczym w dostatecznym stanie technicznym,
- W części budynku od strony pól. zachodniej część ściany z desek drewnianych bez izolacji
- Istniejące drewniane okna w dostatecznym stanie technicznym, częściowo brak uszczelek, występują nieszczelności.
- Konstrukcja ścian konstrukcyjnych budynku przeniesie dodatkowe obciążenie od materiałów zastosowanych przy dociepleniu.



Rys. Budynek stodoły edukacyjnej- widok elewacji pd. wschodniej - części głównej (segment I) oraz po prawej stronie dobudowanych pomieszczeń higieniczno-sanitarnych (segment II)



Rys. 2 Budynek stodoły edukacyjnej- widok elewacji północno-wschodniej. widok dobudowanych pomieszczeń higieniczno-sanitarnych (segment II)



Rys. 3 Budynek stodoły edukacyjnej- widok elewacji południowo-zachodniej. (segment I)



Rys. 4. Budynek stodoły edukacyjnej - widok elewacji północno- zachodniej

4.1.3. Ściany zewnętrzne:

Segment I - najstarsza część budynku

Ściany fundamentowe kamienne zagłębione w ziemi ok. 90 cm poniżej terenu,

Mury przyziemia z cegły ceramicznej na zaprawie wap. cementowej o gr. 24-25 cm.

Ściany szczytowe i podłużne powyżej ziemi murowane z cegły ceramicznej na zaprawie wap. cementowej o średniej grubości: 25 cm. Zupełny brak izolacji cieplnej.

W środkowej części ściany podłużnej brak muru o pow. ok. 10,5 m². Przestrzeń zabudowana wypełnieniem z desek o gr. ok 5-8 cm. W przedniej ścianie zabudowano wejście do budynku.

Segment II

Ściany części dobudowanych pomieszczeń sanitarno-higienicznych z pustaków betonowych Grubość ścian konstrukcyjnych ok. gr 25 cm, Ściany izolowane styropianem z okładziną klinkierową.

4.1.4. Dachy/stropodachy poszczególnych segmentów/części budynku

Segment I - najstarsza część budynku

Stropodach skośny 19° części w części głównej budynku bez izolacji cieplnej deskowanie kryte blachodachówką.

Segment II

Stropodach nad częścią (II) z pom. higieniczno-sanitarnymi

Dach dwuspadowy, o 32° kącie nachylenia na konstrukcji drewnianej kryty gontem papowym. Ocieplony wełną mineralną o gr. 30 cm. Od wewnątrz przykryty płytą G-K.

4.1.5. Ściany wewnętrzne

W części głównej brak ścian wewnętrznych.

Ściany wewnętrzne w segmencie II ściany murowane z cegły o gr. 25-12 cm.

4.1.6. Podłogi

W części głównej podłoga na gruncie z bruku drewnianego bez izolacji termicznej.

W części II w pom. sanitarno-higienicznych podłoga warstwowa złożona z podbudowy grysowej, piasku i warstwy izolacyjnej z wylewką z jastrychu wykończone ceramiką. W warstwie jastrychu zabudowano maty grzewcze ogrzewania podłogowego.

4.1.7. Stolarka okienna:

W części głównej w przegrodach pionowych budynku okna drewniane bez nawiewników. Okna w kształcie długiego prostokąta z lekką półkolista górą.

Dodatkowo zabudowano pustaki szklane w rzędach pionowych o wym. 0,12 mx1,0 m. Łączna ilość rzędów 16 szt.

W części II budynku w przegrodach pionowych okna PCV bez nawiewników. Okno w kształcie prostokąta.

Dodatkowo na tylnej ścianie budynku zabudowano pustaki szklane w dwóch pasmach o wym. 2 x 0,6mx1,0 m.

4.1.8. Stolarka drzwiowa:

Drzwi wejściowe do budynku drewniane, podwójne, w wykonaniu warsztatowym, Drzwi z przeszkleniem szklanym (szyba pojedyncza) z dodatkowym nadświetlem nad drzwiami. Drzwi bez uszczelek w dostatecznym stanie technicznym. Zabudowa w ścianie z desek.

4.1.9. Zestawienie współczynników przenikania ciepła przegród

Zestawienie współczynników przenikania ciepła przegród

| Rodzaj przegrody | U max. przegrody W/m ² K |
|---|---|
| Ściany zewnętrzne | |
| - ściana nieizolowana cegła o grubości w części głównej budynku o gr. 24 cm | 2,11 |
| - ściana z desek drewnianych z oknem w części głównej budynku | 2,13 |
| - ściana z desek drewnianych z drzwiami w części głównej budynku | 2,85 |
| - ściana bloczki z betonu komórkowego o gr. 25 cm izolowane styropianem 15 cm cm | 0,2 |
| w części z pom. higieniczno-sanitarnymi | |
| Stropodachy i dachy | |
| - stropodach skośny 19° części w części głównej budynku | 2,44 |
| - stropodach niewentylowany skośny 32° nad pom. sanitarno-higienicznymi części II | 0,112 |
| w części z pom. higieniczno-sanitarnymi | |
| Podłoga na gruncie | |
| - w części głównej budynku | 0,48 |
| - w części z pom. higieniczno-sanitarnymi | 0,125 |
| Okna w przegrodach: | |
| – drewniane stare | 2,5 |
| - pustaki szklane | 1,8 |
| – PCV w części II z pom. higieniczno-sanitarnymi | 1,1 |
| Ściana drewniana z drzwiami zewnętrznymi drewnianymi z nadświetlem (uwzględniono w przegrodzie drewnianej z drzwiami) | 2,86 |

4.1.10. Podsumowanie

Większość występujących w budynku przegród zdecydowanie nie spełnia wymogów min. izolacji cieplnej stawianych w WT 2021. Dotyczy to szczególnie przegród poziomych i pionowych w części głównej budynku czyli dachu i ścian z cegły pełnej. W przegrodach tych może nastąpić spadek temperatury poniżej temp. rosy szczególnie przy braku właściwej wentylacji pomieszczeń lub przy zaburzonej cyrkulacji powietrza.

Izolacje cieplne przegród budowanych po roku 2012 w II części budynku mają współczynniki przewodzenia ciepła U zbliżone do obecnych wymogów normowych wg WT 2021.

Z uwagi na fakt, iż budynek nie spełnia wymagań obowiązujących norm izolacyjności cieplnej istnieje konieczność przeprowadzenia termomodernizacji budynku wraz z wymianą stolarki oraz towarzyszących robót budowlanych.

4.2. Wyposażenie techniczne obiektu

Poniżej opisano wyposażenie techniczne budynku znacząco wpływające na ilość zużywanej energii końcowej.

4.2.1. Systemy grzewcze w budynku

W budynku można występują trzy układy ogrzewania:

- ogrzewanie za pomocą promienników podczerwieni w segmencie I. Promienniki podwieszone pod stropem na wysokości ok. 3,5 - 4 m.
- ogrzewanie wspomagające w postaci kominka na drewno w segmencie I,
- ogrzewanie podłogowe w postaci elektrycznych mat grzewczych w podłodze w pom. sanitarno-higienicznych, Regulacja za pomocą termostatu Deviheat. Powierzchnia ogrzewania podłogowego ok. 15 m².



Rys. 6. Elektryczny promiennik podczerwieni o mocy 1000 W

Uwagi dotyczące użytkowania systemów grzewczych w budynku

Praca z obniżeniem temperatury z przerwami dobowymi i tygodniowymi. Ze względu na ograniczoną moc systemu grzewczego, w przypadku występowania niskich temperatur zewnętrznych występują

problemy z dotrzymaniem komfortu cieplnego w części głównej.

Układy działają niezależnie. Kominiek pracuje jedynie w okresie użytkowania obiektu - samodzielnie w okresach wiosna, jesień oraz jako układ wspomagający promienniki podczerwieni przy niskich temperaturach zewnętrznych.

4.2.2. System przygotowania ciepłej wody użytkowej

Źródło podgrzewu CWU

Przygotowanie CWU w podgrzewaczu elektrycznym ciśnieniowym.

Charakterystyka podgrzewacza CWU

| Lp | Rodzaj danych | Opis / wartość |
|----|----------------------------|--------------------|
| 1 | Producent/Typ | Galmet / SG |
| 2 | Pojemność | 10 dm ³ |
| 3 | Moc elektryczna / Napięcie | 1500 W / 230 V |

Instalacja CWU

Charakterystyka systemu grzewczego w stanie istniejącym

| Lp | Rodzaj danych | Opis / wartość |
|----|--|-------------------------------|
| 1 | Wielkość instalacji CWU | lokalny odbiór CWU |
| 2 | Cyrkulacja | Brak |
| 3 | Mieszacz termostatyczny | Brak |
| 4 | Podlicznik ciepła lub licznik wody ciepłej | Brak |
| 5 | Parametry czynnika grzewczego | nie dotyczy |
| 6 | Przewody instalacji | rury PP, |
| 7 | Modernizacja instalacji CWU | budowa instalacji w roku 2014 |

Określenie sprawności sytemu przygotowania CWU

Cząstkowe sprawności dla poszczególnych źródeł ciepła i instalacji CWU przyjęto na podstawie rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego z uwzględnieniem metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku oraz katalogów technicznych producentów urządzeń.

Tab. 1. Sprawności cząstkowe systemów CWU

| Lp. | Rodzaj sprawności | Sprawności cząstkowe systemu CWU w stanie istniejącym | |
|-----|-----------------------------------|---|-------|
| 1 | wytwarzanie | $\eta_w =$ | 96% |
| 2 | przesyłanie | $\eta_p =$ | 100% |
| 3 | wykorzystanie i regulacja systemu | $\eta_r =$ | 100 % |
| 4 | akumulacja ciepła | $\eta_e =$ | 100% |
| 5 | sprawność całkowita systemu | $\eta_{tot} =$ | 96% |

Uwagi dotyczące użytkowania systemów CWU w budynku

Ze względu na określony sposób użytkowania zużycie ciepłej wody jest mniejsze niż wynika ze wskaźników dla tego rodzaju budynków.

4.2.3. Wentylacja budynku

Wentylacja głównej budynku odbywa się na zasadzie grawitacji. Napływ powietrza przez nieszczelności w stolarnie okiennej i drzwiowej.

Okna drewniane, w części okien bez uszczelek, bez nawiewników. Wywiew następuje przez kominy wentylacyjne murowane. Wloty do kominów zakończone kratkami wywiewnymi. Podczas inwentaryzacji w okresie letnim wszystkie kratki wentylacyjne były odsłonięte. Brak informacji o występowaniu stanów duszności okresie zimowym.

W części socjalnej zabudowano niezależny układ wentylacji mechanicznej wywiewnej. Układ wentylacji mechanicznej działa okresowo i wentyluje wyłącznie pomieszczenia sanitarno-higieniczne.

4.2.4. Instalacja chłodzenia/Klimatyzacja budynku

W budynku brak instalacji chłodzenia i klimatyzacji.

4.2.5. Instalacja gazowa

W budynku brak instalacji gazowej.

5. Przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej

Poniżej przedstawiono listę możliwych usprawnień termomodernizacyjnych możliwe do zrealizowania w tego typu obiekcie.

5.1. Przedstawienie możliwych usprawnień bezinwestycyjnych

Możliwe są do wprowadzenia następujące działania bezinwestycyjne służące oszczędzaniu energii oraz poprawie komfortu pracy:

- zmiany w sposobie organizacji czasu pracy, eksploatacji, konserwacji i nadzoru, a w tym:
 - o ograniczenie mocy grzewczej w przypadku braku użytkownika obiektu,
 - o kontrola szczelności układów CO, CWU i zimnej wody,
 - o wprowadzenie systemu monitoringu zużycia ciepła i wody.
 - o prowadzenie książki obiektu z zapisami stanu liczników mediów w poszczególnych dniach, tygodniach czy miesiącach roku (najlepiej w sposób elektroniczny lub w systemie monitoringu),

Wszystkie wymienione działania powinny być w całości lub w części wprowadzone niezależnie od tego, czy zostanie przeprowadzona termomodernizacja budynku czy też nie. Działania takie powinny być wprowadzone do kodeksu dobrych praktyk każdego użytkownika budynku. Brak jest możliwości dokładnego obliczenia wpływu tych działań na oszczędność energii w budynkach ze względu na konieczność założenia wielu, niezbędnych do obliczeń parametrów. Szacunkowo przyjmuje się że można uzyskać oszczędności w granicach 3-5% co często stanowi granicę dokładności pomiarów zużycia ciepła.

5.2. Przedstawienie przedsięwzięć o krótkim i średnim czasie zwrotu

W przypadku budynków do przedsięwzięć o krótkim i średnim czasie zwrotu można zaliczyć przedsięwzięcia realizowane własnymi siłami, często sposobem gospodarskim w zakresie:

- wprowadzenie perlatorów na wylewki w przyborach CWU,

Zabiegi te należy przeprowadzić równolegle z podanymi dalej przedsięwzięciami.

5.3. Przedstawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wymagających znacznych nakładów.

W poniższych punktach przedstawiono wykaz usprawnień termomodernizacyjnych możliwych do wprowadzenia w audytowanym budynku.

5.3.1. Wykaz usprawnień termomodernizacyjnych*Tab. 2. Wykaz usprawnień termomodernizacyjnych potencjalnych do wprowadzenia w budynku*

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|-----|---|--|
| 1 | Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło przez przenikanie poprzez przegrody budowlane zewnętrzne | Docieplenie stropodachu skośnego nad częścią główną |
| 2 | | Docieplenie stropodachu niewentylowanego nad nad częścią socjalną. |
| 3 | | Docieplenie ścian zewnętrznych części I budynku od zewnątrz |
| 4 | | Docieplenie ścian zewnętrznych części I budynku od wewnątrz |
| 5 | | Docieplenie ścian zewnętrznych przyziemia |
| 6 | | Docieplenie podłogi na gruncie |
| 7 | | Likwidacja luxferów i zabudowa okien |
| 8 | Poprawa sprawności systemu wentylacji | Wprowadzanie instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. |
| 9 | Zmniejszenie strat przenikania ciepła i przez nadmierną infiltrację | Wymiana okien Wymiana drzwi zewnętrznych zabudowa przedsionka |
| 10 | Poprawa efektywności źróźródła ciepła | Wymiana istniejącego źródła ciepła na źródło o wyższej sprawności wytwarzania i układem regulacji pogodowej, zabudowa automatyki pogodowej, |
| 11 | Poprawa sprawności istniejącego systemu grzewczego | Wymiana istniejącej instalacji grzewczej: na lokalne, konwencjonalne źródło ciepła, na lokalne źródło odnawialne, dostarczenie ciepła z budynku sąsiedniego |
| 12 | Poprawa sprawności systemu c.w.u. | Wymiana źródła CWU |
| 13 | Wykorzystanie dodatkowych źróźdeł energii | Zabudowa paneli PV |

5.4. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO**5.4.1. Wybór przedsięwzięć od dalszej analizy techniczno-ekonomicznej**

Poniżej podano ograniczenia wpływające na wybór przedsięwzięć oraz ich sposób ich realizacji

5.4.2. Wymagania/ ograniczenia zewnętrzne

Ograniczenia dla termomodernizacji budynku ze względu na reprezentacyjny i edukacyjny charakter budynku.

5.4.3. Wymagania/ ograniczenia Zamawiającego

Podano poniżej wymagania/ograniczenia Zamawiającego wg zakresu umowy dla działań objętych audytem energetycznym

- Wszystkie detale elewacji (pilastry, imitacja pustaków szklanych) muszą być odtworzone.
- Rekomendowano sposób ocieplenia ścian przyziemia i ścian z detalami oraz odpowiednią ich kolorystykę.

Wszystkie docieplane przegrody muszą spełniać wymagania dla warunków technicznych WT 2021 r.

- W przypadku wymiany źródła, musi one spełniać wymagania aktualnych przepisów budowlanych i ppoż.
- Max. wielkość kredytu - środki własne/źródła zewnętrzne 100/100%

5.4.4. Dane przyjęte do obliczeń

| OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO - ciąg dalszy | |
|---|--|
| Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie przez przegrody budowlane | |
| W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się: | |
| a) | Oceny opłacalności i wyboru optymalnych ulepszeń prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane |
| b) | Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego |
| c) | Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde ulepszenie |

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| WYSZCZEGÓLNIENIE | | W STANIE ISTNIEJĄCYM | PO MODERNIZACJI | JEDN. |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| t_{wo} przegrody zewnętrzne | | 20,00 | 20,00 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{wo} wiatrołap | | 20,00 | 12,00 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{zo} pow. zewnętrzne | | -20,00 | -20,00 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{wo} podłoga | | 8,00 | 8,00 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Sd* | dla przegród zewnętrznych | 3742,8 | 3742,8 | (dzień*K)/rok |
| | dla podłogi na gruncie | 2644,0 | 2644,0 | (dzień*K)/rok |
| | dla wiatrołapu | 3742,8 | 1966,2 | (dzień*K)/rok |
| | | | | |

Energia elektryczna

| WYSZCZEGÓLNIENIE | W STANIE ISTNIEJĄCYM | PO MODERNIZACJI | JEDN. |
|-------------------|----------------------|-----------------|------------|
| $O_{0m}, O_{1m},$ | 6 371,4 | 6 371,4 | zł/(MW.mc) |
| $O_{0z}, O_{1z},$ | 380,03 | 380,03 | zł/GJ |
| $Ab_0, Ab_1,$ | 2,8 | 2,8 | zł/m-c |
| Drewno | | | |
| $O_{0z}, O_{1z},$ | 50,50 | nie dotyczy | zł/GJ |

5.4.5. Lista wybranych przedsięwzięć od dalszej analizy**Przegrody budynku**

| Przegrody | Sposób docieplenia |
|---------------------------|--|
| ŚCIANA ZEWNĘTRZNA | Docieplenie ściany zewnętrznej części I budynku styropianem Docieplenie wszystkich ścian fundamentowych części I budynku 0,5 m pod poziomem terenu. |
| DACH | Docieplenie stropodachu skośnego części I budynku z przebudową dachu i dociepleniem wełną mineralną |
| PRZEGRODY WEW. | Bez zmian. |
| PODŁOGA NA GRUNCIE | Wymiana podłogi zabudowa izolacji poziomej części I budynku |
| OKNA | Zabudowa ściany i likwidacja okien I części budynku. Wymiana pustaków szklanych na nowe okna w I części budynku. |
| DRZWI | Zabudowa przedsionka i wymiana i drzwi wejściowych na nowe o niższym współczynniku U w I części budynku. |

Instalacje grzewcze

| | |
|---|--|
| Poprawa sprawności źródła ciepła | Wymiana istniejącego źródła ciepła na źródło o wyższej sprawności wytwarzania i układem regulacji pogodowej, zabudowa automatyki pogodowej, |
| Modernizacja istniejącego systemu grzewczego | Wymiana istniejącej instalacji grzewczej |
| Poprawa sprawności systemu c.w.u. | Brak |

Wentylacja mechaniczna

| | |
|---|---|
| Modernizacja istniejącego systemu grzewczego | Zabudowa instalacji mechanicznej z odzyskiem ciepła |
|---|---|

Odnawialne źródła energii

| | |
|--|----------------------------------|
| Wykorzystanie dodatkowych źródeł ciepła CO, CWU | Zabudowa ogniw fotowoltanicznych |
|--|----------------------------------|

6. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

6.1. Przegrody budowlane pionowe

6.1.1. Ściana zewnętrzna części głównej.

OPIS WARIANTÓW USPRAWNIENIA:

Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem wełny mineralnej w systemie ocieplania o współczynniku przewodności $\lambda=0,042 \text{ W/m K}$. Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji termicznej.

powierzchnia przegrody do obliczania strat: **A = 158 m²**

powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: A koszt = **181 m²**

t_i = 20°C

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|-----|---|--------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | cm | | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,22 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | m ² K/W | | 4,52 | 4,76 | 5,00 | 5,24 |
| 3 | Opór cieplny R | m ² K/W | 0,474 | 5,00 | 5,24 | 5,47 | 5,71 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ | GJ/a | 123,8 | 11,7 | 11,2 | 10,7 | 10,3 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0}-t_{z0})/R$ | MW | 0,015 | 0,00145 | 0,00139 | 0,00133 | 0,00127 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | 30959 | 31106 | 31241 | 31365 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 1186,52 | 1206,52 | 1226,52 | 1246,52 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 215 285,94 | 218 914,80 | 222 543,66 | 226 172,52 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 6,95 | 7,04 | 7,12 | 7,21 |
| 10 | U_0, U_1 | W/m ² K | 2,110 | 0,2001 | 0,1910 | 0,1827 | 0,1751 |
| 11 | Roczna oszczędność ciepła, | GJ/a | | 112,06 | 112,59 | 113,08 | 113,53 |
| 12 | Oszczędność mocy | kW | | 13,55 | 13,61 | 13,67 | 13,73 |

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności przegród budynków U min nie mniej niż 0,2W/m²K. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

| | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------------|----------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| Wybrany wariant: | 2 | Koszt : | 218 915 | zł | SPBT= | 7,04 | lat |
|-------------------------|----------|----------------|----------------|-----------|--------------|-------------|------------|

Cena jednostkowa zł/m² jest ceną brutto (z VAT) i obejmuje koszt: materiałów i robocizny.

Koszt obejmuje: wszystkie niezbędne do wykonania izolacji prace dodatkowe np. prace blacharskie, instalacji odgromowej i deszczowej, korzystanie z rusztowań itp. Dodatkowo założono odtworzenie istniejących detali oraz wykonanie kolorystyki zgodnej z zaleceniami Inwestora.

6.1.2. Ściana zewnętrzna drewniana w części głównej z drzwiami wejściowymi.

Przewiduje się likwidację istniejących wrót drewnianych i zastąpienie go wiatrołapem szczelnym.

Wiatrołap wejściowy od strony południowo wschodniej w centralnej części elewacji wymiarach zewnętrznych 2,74 x 3,62 m. Przedsionek zlokalizowany zostanie na obecnej powierzchni placu wejściowego przed budynkiem.

Obliczenie zastępczego wsp. U w stanie istniejącym dla przegrody

Stan istniejący

| Komponent przegrody | Powierzchnia komponentu A m ² | Współczynnik U W/m ² K | Iloczyn poz. 2x3 |
|---|--|--------------------------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Szkoło | 2,52 | 5,00 | 12,60 |
| Drewno | 7,99 | 2,17 | 17,33 |
| | | | |
| A | 10,51 | | 29,93 |
| Zastępczy współczynnik U W/m ² K | | | 2,85 |
| Zastępczy opór W/m ² K R | | | 0,35 |

Obliczenie zastępczego wsp. U w stanie po zabudowie wiatrołapu

Stan projektowany

| Przegroda | Powierzchnia komponentu A m ² | Współczynnik U W/m ² K | Iloczyn poz. 2x3 |
|---|--|--------------------------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Drzwi wejściowe | 6,5424 | 1,30 | 8,51 |
| Ściana | 8,3232 | 0,2 | 1,66 |
| Dach | 5,61 | 0,15 | 0,84 |
| podłoga | 5,61 | 0,2 | 1,12 |
| A | 26,09 | | 10,82 |
| Zastępczy współczynnik U W/m ² K | | | 0,41 |
| Zastępczy opór W/m ² K R | | | 2,41 |

DANE:

Powierzchnia przegrody do obliczania strat przed usprawnieniem:

A = 10,51 m² Zastępczy wsp. $U_o = 2,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

powierzchnia przegrody do obliczania strat po zabudowie

A = 26,09 m²

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności przegród budynków U_{\min} nie mniej niż 0,2W/m²K. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

Wariant 1 Zastępczy wsp. $U_1 = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ **Wariant 2 Zastępczy wsp. $U_1 = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$**

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|-----|---|---------------------|-----------------|----------|-----------|------------|--|
| | | | | | 1 | 2 | |
| 1 | Zastępczy opór cieplny R | m ² ·K/W | 0,35 | | 2,15 | 2,41 | |
| 2 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ | GJ/a | 9,7 | | 2,1 | 1,8 | |
| 3 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$ | MW | 0,00120 | | 0,00039 | 0,00035 | |
| 4 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | | 2113 | 2174 | |
| 5 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | | 3487 | 4184 | |
| 6 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | | 90 961,17 | 109 153,40 | |
| 7 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | | 43,04 | 50,20 | |
| 8 | U_o, U_1 | W/m ² ·K | 2,85 | | 0,47 | 0,41 | |
| 9 | Roczna oszczędność ciepła, | GJ/a | | | 7,65 | 7,87 | |
| 10 | Oszczędność mocy | kW | | | 0,81 | 0,85 | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |

Wybrano wariant 1

| | | |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt : 90961,17 zł | SPBT= 43,04 lat |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|

Cena jednostkowa zł/m² jest ceną brutto (z VAT) i obejmuje koszt: materiałów i robocizny.

Koszt obejmuje: wszystkie niezbędne do wykonania przedsięwzięcia prace dodatkowe np. prace demontażowe, prace montażowe paneli, montaż drzwi i dachu, rynien korzystanie z rusztowań itp.

6.2. Przegrody budowlane poziome - dach

6.2.1. Dach

Przedsięwzięcie polega na usunięciu istniejącego dachu i ułożeniu izolacji z wełny mineralnej i wykonanie nowego pokrycia z blachy.

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda |
|--|-----------------------|
| | Stropodach spadek 19° |
| DANE: powierzchnia przegrody do obliczania strat: $A = 135,24$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: $A_{\text{kosz}} = 160$ $t_i = 20^\circ\text{C}$ | |
| OPIS WARIANTÓW USPRAWNIEŃ: Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036\text{W/m K}$. Przyjmuje się 4 warianty grubości zwiększane o 1 cm | |

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|-----|--|------------------------|-----------------|----------|---------|---------|---------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | $\text{m}^2\text{K/W}$ | | 6,11 | 6,39 | 6,67 | 6,94 |
| 3 | Opór cieplny R | $\text{m}^2\text{K/W}$ | 0,410 | 6,52095 | 6,79872 | 7,07650 | 7,35428 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ | GJ/a | 106,7 | 6,7 | 6,4 | 6,2 | 5,9 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$ | MW | 0,0132 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | 27 627 | 27 705 | 27 774 | 27 837 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 788 | 792 | 796 | 800 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 126 147 | 126 787 | 127 427 | 128 067 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 4,57 | 4,58 | 4,59 | 4,60 |
| 10 | U_0, U_1 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | 2,440 | 0,1534 | 0,1471 | 0,1413 | 0,1360 |
| 11 | Roczna oszczędność ciepła, GJ/rok | | | 100,00 | 100,28 | 100,53 | 100,76 |
| 12 | Oszczędność mocy kW | | | 12,40 | 12,40 | 12,40 | 12,50 |

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności przegród budynków U min nie mniej niż $0,15\text{W/m}^2\text{K}$. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

Wybrano wariat 2

| | | |
|--------------------|-------------------|---------------|
| Wybrany wariant: 2 | Koszt : 126 787zł | SPBT= 4,58lat |
|--------------------|-------------------|---------------|

Cena jednostkowa zł/m² jest ceną brutto (z VAT) i obejmuje koszt: materiałów i robocizny. Koszt obejmuje: wszystkie niezbędne do wykonania izolacji prace dodatkowe np. prace dekarские, blacharskie, instalację odgromową itp.

6.2.2. Podłoga

Przedsięwzięcie polega na usunięciu istniejącej podłogi i ułożeniu izolacji i wykonanie nowej podłogi z możliwością zabudowy ogrzewania podłogowego.

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | |
|---|-------------------------|------|------------------|---|-------------------------|
| | | | | Podłoga | |
| DANE: powierzchnia przegrody do obliczania strat: powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: $t_i = 20^{\circ}\text{C}$ | | | | $A = 104,00$ $A_{\text{kosz}} = 105,7$ | |
| OPIS WARIANTÓW USPRAWNIEŃ: Przewiduje się ocieplenie podłogi z użyciem styropianu EPS o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m K}$. Przyjmuje się 4 warianty grubości zwiększane o 1 cm | | | | | |
| Istniejący opór cieplny R | $\text{m}^2 \text{K/W}$ | 2,33 | Istniejący U_0 | 0,43 | $\text{W/m}^2 \text{K}$ |
| $Q_{0U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ dla istniejącej izolacji | GJ/a | 9,2 | | | |

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|-----------------|------------------------|---------|---------|---------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | cm | 0 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | $\text{m}^2 \text{K/W}$ | | 3,06 | 3,33 | 3,61 | 3,89 |
| 3 | Opór cieplny R | $\text{m}^2 \text{K/W}$ | 1,727 | 4,78 | 5,06 | 5,34 | 5,62 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ | GJ/a | 10,2 | 4,97 | 4,70 | 4,45 | 4,23 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$ | MW | 0,001 | 0,00020 | 0,00019 | 0,00018 | 0,00017 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta o_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | 1 442 | 1 520 | 1 586 | 1 647 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 1 216 | 1 237 | 1 259 | 1 279 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 128 492 | 130 711 | 138 037 | 135 151 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 89,10 | 86,02 | 87,04 | 82,08 |
| 10 | U'_0, U_1 | $\text{W/m}^2 \text{K}$ | 0,58 | 0,209 | 0,198 | 0,187 | 0,178 |
| 11 | Roczna oszczędność ciepła, | GJ/a | | 5,22 | 5,50 | 5,74 | 5,96 |
| 12 | Oszczędność mocy | kW | | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt : 130 711 zł | | SPBT= 86,02 lat | | | |

* U'_0 – współczynnik U po usunięciu istniejącej warstwy izolacji termicznej z drewna

Cena jednostkowa zł/m² jest ceną brutto (z VAT) i obejmuje koszt: materiałów i robocizny.

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności wymaganej przez dostawcę systemu - nie mniej niż 0,2 W/m²K. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

6.3. Stolarka okienna

6.3.1. Wymiana okna łukowego w części głównej nad wejściem

| Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji | | | | | | Przedsięwzięcie | |
|--|---|-----------------------------------|--------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | | | | | | Wymiana okien | |
| | | Napływ powietrza przez nawiewniki | | | | | |
| Dane: | powierzchnia drzwi | $A_{ok} =$ | 2,4 | m ² | | | |
| | | | | | | $V_{obl} =$ | $\Psi * C_m$ |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | | |
| Usprawnienie obejmuje wymianę okien na nowe drewniane o lepszych współ. U, | | | | | | | |
| | variant 1 : okna o współczynniku | U= | 0,9 | W/m2*K | | | |
| | | | | | | | |
| | variant 2: okna współczynniku | U= | 0,8 | W/m2*K | | | |
| Lp. | Omówienie | | | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
| | | | | | | 1 | 2 |
| 1 | Współczynnik przenikania okien | | | W/m ² *K | 2,50 | 0,90 | 0,80 |
| 2 | Współczynniki | | a= | | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| | | | l= | | 8,56 | 8,56 | 8,56 |
| 3 | $8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$ | | | GJ/a | 1,94 | 0,70 | 0,62 |
| 4 | $1,43*10^{-6}*a*I*(S(tw0-tz0)^{5/3}*S_d$ | | | GJ/a | 0,63 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (4) + (3)$ | | | GJ/a | 2,57 | 1,02 | 0,94 |
| 6 | $qu0,qu1=10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$ | | | MW | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |
| 7 | $qw0,qw1=1,65*10^{-8}*a*I*(tw0-tz0)^{5/3}$ | | | MW | 0,000007 | 0,000001 | 0,000001 |
| 8 | $q_0, q_1 = (7) + (6)$ | | | MW | 0,000207 | 0,000101 | 0,000101 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$ | | | zł/rok | | 428,22 | 450,33 |
| 10 | Koszt jednostkowy okien N_{ok} | | | zł/m ² | | 2 952 | 3 542 |
| 11 | Koszt wymiany N_i | | | zł | | 7 084,80 | 8 501,76 |
| 14 | $SPBT = N_{ok}/\Delta O_{ru}$ | | | lata | | 16,54 | 18,9 |
| 10 | Roczna oszczędność ciepła, GJ/rok | | | GJ/rok | | 1,55 | 1,55 |
| 11 | Oszczędność mocy kW | | | kW | | 0,11 | 0,11 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U (koszt usprawnienia) | | | | | | | |
| Przyjęto cenę jednostkową ocieplenia 1 m ² skalkulowaną wg kosztów bezpośrednich SEKOCENBUD Cena jednostkowa zł/m ² jest ceną brutto (z VAT) i obejmuje koszt: materiałów i robocizny | | | | | | | |
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt : | 7084,8 | zł | SPBT= | 16,5 | lat |

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności wymaganej przez dostawcę systemu - nie mniej niż 0,9W/m²K. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

6.3.2. Zabudowa okien nieotwieralnych w miejsce luxferów.

DANE: powierzchnia przegrody do obliczania strat: $A = 2,08$ *)
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: $A_{\text{kosz}} = 2,08$ **)

| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | 1 | 2 |
|-----|---|---------------------|-----------------|----------|----------|
| 1 | Współczynnik przenikania okien U_0, U_1 | W/m ² .K | 1,80 | 0,90 | 0,80 |
| 2 | | | | | |
| 3 | Opór cieplny R | m ² .K/W | 0,556 | 1,11 | 1,25 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ | GJ/a | 1,2 | 0,6 | 0,5 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$ | MW | 0,00015 | 0,00007 | 0,00007 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | 166 | 185 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 596 | 900 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 1 238,66 | 1 486,39 |
| 9 | $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 7,47 | 8,03 |
| 10 | U_0, U_1 | W/m ² .K | 1,80 | 0,900 | 0,800 |
| 11 | Roczna oszczędność ciepła, GJ/rok | | | 0,60 | 0,67 |
| 12 | Oszczędność mocy kW/rok | | | 0,08 | 0,08 |

| | | | |
|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Wybrany wariant: | 1 | Koszt: 7,47 zł | SPBT= 8,03 lat |
|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|

Przyjęto pierwszy wariant spełniający wymogi dla min. izolacyjności wymaganej przez dostawcę systemu - nie mniej niż 0,9W/m²K. Dalsze warianty mają rosnące SPBT.

6.4. Instalacja wentylacji mechanicznej

Przedsięwzięcie zmniejszające zużycia ciepła na wentylację naturalną w budynku polegające i wprowadzeniu układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

W budynku aktualnie brak wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Przyjęto że po termomodernizacji budynku nastąpi zabudowa układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Przyjęty „średniodobowy” max. harmonogram działania wentylacji mechanicznej

| | Ilość powietrza wentylacyjnego | Praca centrali |
|---|--------------------------------|----------------|
| | m ³ /h | h/doba |
| Praca z wydajnością 100% strumienia wentylacyjnego | 1200 | 5/24 |
| Praca z wydajnością 40 % strumienia wentylacyjnego | 600 | 4/24 |
| Wentylacja wyłączona | 0 | 15/24 |
| Zastępczy stopień wykorzystania centrali wentylacyjnej w ciągu roku x | | x = 25 % |
| Stopień redukcji wykorzystania centrali wentylacyjnej w ciągu roku r | | r = 75 % |

Przedsięwzięcie polega na zabudowie w budynku układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła. Wentylacja ta zgodnie z wymogami higienicznymi zapewnia nawiew świeżego powietrza w ilości 30 m³/h na osobę.

System centralny oparty o jedną jednostkę. Centrala będzie wyposażona w filtry powietrza, wymiennik ciepła o minimalnej sprawności średniorocznej dla odpowiedniego wariantu 1 lub 2 oraz nagrzewnicę elektryczną. Centrala powinna pracować w trakcie użytkowania obiektu oraz godzinne przed i po jego użytkowaniu. Możliwa jest również praca ze zmienną wydajnością.

Rozpatruje się

Wariant 1: wymiennik ciepła o minimalnej sprawności chwilowej 78% /średniorocznej 69 %

Wariant 2: wymiennik ciepła o minimalnej sprawności chwilowej 89 % /średniorocznej 77 %

Koszt przedsięwzięcia:

Wariant 1 - 95,43 tys. złotych

Wariant 2 - 119,3 tys. dla jednostki o wyższej wartości odzysku ciepła.

Podany koszt realizacji usprawnienia stanowi 87 % kosztu modernizacji systemu wentylacji dla budynku łącznie z Dioramą.

Podstawa przyjętych wartości NU (koszt usprawnienia) przyjęto na podstawie kosztorysu.

Przedsięwzięcie zmniejszające zużycia ciepła na wentylację w budynku przy zastosowaniu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

| Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
|--|-------------------|-----------------|-----------|----------|
| | | | 1 | 2 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego | m ³ /h | 362 | 1 200,00 | 1200,00 |
| Strumień do obliczenia zapotrzebowania na ciepło | m ³ /h | 362 | 66,00 | 39,24 |
| Strumień powietrza po odzysku ciepła | m ³ /h | 362 | 264,00 | 156,96 |
| Zastępczy stopień wykorzystania centrali wentylacyjnej w ciągu sezonu r_n | | 100% | 25% | 25% |
| Średniosezonowy odzysk ciepła | % | 0,00 | 69% | 77% |
| Moc cieplna na ogrzanie powietrza $q_{0U}, q_{1U} = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V (t_{w0} - t_{z0})$ | kW | 4,92 | 3,59 | 2,13 |
| $Q_{0U}, Q_{1U} = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot V$ | GJ/a | 39,78 | 7,26 | 4,32 |
| Roczne koszty ciepła | zł/a | 10990,17 | 2 759,97 | 1 640,78 |
| Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_U \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_U \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z})$ | zł/a | | 8 230,20 | 9 349,39 |
| Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 95 427,12 | 119 284 |
| $SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 11,59 | 12,76 |
| Roczna oszczędność ciepła, GJ/rok | GJ/rok | | 32,52 | 35,46 |
| Oszczędność mocy cieplnej kW | kW | | 1,33 | 2,79 |

Wybrano wariant 1.

| | | |
|----------|--------|-----------|
| S_d | 3742,8 | dzień*K*a |
| t_{w0} | 20 | °C |
| t_{z0} | -20 | °C |

Koszt ciepła stan istniejący - 276,27 zł/GJ

Koszt ciepła wariant po termomodernizacji - 380,3 zł/GJ (energia elektryczna)

6.5. Źródło ciepła i instalacje grzewcze

6.5.1. Obliczenia dla wstępnie dobranego źródła

Wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego:

- przebudowy istniejącego źródła ciepła dla części I budynku,
- zabudowę regulatora z automatyką pogodową,
- montaż przewodów z izolacją cieplną,
- prowadzenie obniżenia nocnego i weekendowego,

OKREŚLENIE SPRAWNOŚCI SYSTEMU GRZEWczego W STANIE ISTNIEJĄCYM

Zużycie ciepła Q_{hnd} (netto) bez termomodernizacji budynku zapotrzebowanie na poziomie

$Q = 283,31$ GJ/rok.

| Lp. | Rodzaj sprawności | | Sprawności cząstkowe i współczynniki systemu grzewczego | | | | |
|-----|---|------------|---|----------------------------------|----------------------------|---|--|
| | | | w stanie istniejącym | | | po modernizacji | |
| | | | Ogrzewanie podłogowe elektryczne system A | Promienniki elektryczne system B | Kominek na drewno system C | Ogrzewanie podłogowe elektryczne system A (bez zmian) | Pompa ciepła+ ogrzewanie podłogowe wodne system PC |
| 1 | wytwarzanie | $\eta_w =$ | 99% | 99% | 55% | 99% | 300% |
| 2 | przesyłanie | $\eta_p =$ | 100% | 100% | 100% | 100% | 96% |
| 3 | wykorzystanie i regulacja systemu | $\eta_r =$ | 90% | 91% | 70% | 90% | 89% |
| 4 | akumulacja ciepła | $\eta_e =$ | 100% | 100% | 100% | 100% | 95% |
| 5 | sprawność całkowita systemu | $\eta_i =$ | 89,1% | 89,1% | 38,5% | 89,1% | 243,5% |
| 6 | Udział w zużyciu końcowym po uwz. sprawności | z_1 | 3% | 78% | 19% | 3% | 97% |
| 7 | Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby | w_d | 88% | | | 88% | |
| 8 | Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia | w_t | 85% | | | 85% | |

| Lp. | Rodzaj danych | Współczynniki sprawności | | | | | jedm. |
|---|---|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------------------|--------|
| | | System ist. A | System ist. B | System ist. C | System ist. A | System proj. PC (pompa ciepła) | |
| Lp. | Omówienie | Stan istniejący | | | Stan po modern. | | jedm. |
| | | 283,31 GJ/rok | | | 283,31 GJ/rok | | |
| 1 | Sprawność całkowita systemu grzewczego η | 0,891 | 0,891 | 0,385 | 0,89 | 2,44 | - |
| 2 | Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,85 | 0,85 | - |
| 3 | Uwzględnienie przerw dobowych w_d | 0,880 | 0,880 | 0,880 | 0,88 | 0,88 | - |
| 4 | Zużycie ciepła- energii końcowej | 6,72 | 184,95 | 106,86 | 6,72 | 84,57 | GJ/rok |
| 5 | udział | 2% | 62% | 36% | 7,4% | 92,6% | % |
| 6 | Koszt ciepła - energii końcowej | 2 552,30 | 70 287,16 | 5 396,29 | 2 552,30 | 32 139,75 | zł/rok |
| 7 | Oszczędność ciepła | | | | 207,27 | | GJ/rok |
| 8 | Oszczędność kosztów | | | | 43 543,69 | | zł/a |
| 9 | Koszt przedsięwzięcia N_{co} | 136 903,28 | | | | | zł |
| 10 | SPBT | 5,64 | | | - | | lata |
| Koszty ustalono na podstawie kosztorysu | | | | | | | |
| Koszt zabudowy pompy ciepła | | 64 111,72 | | | | | |
| Koszt modernizacji instalacji CO | | 53 393,00 | | | | | |
| Inne | | 19 398,56 | | | | | |
| Koszt realizacji usprawnienia wynosi | | 136 903,28 | | | | | |
| Koszt : 136 903,28 | | SPBT= | | | 3,12 | lat | |

Podany koszt stanowi 79,5 % kosztu modernizacji systemu grzewczego dla budynku łącznie z dioramą, kuchnią i zapleczem .

Wybrano wariant 1.

| | | |
|----------|--------|-----------|
| S_d | 3742,8 | dzień*K*a |
| t_{w0} | 20 | °C |
| t_{z0} | -20 | °C |

Koszt ciepła stan istniejący

źródło A ogrzew. podłogowe el. - 380,3 zł/GJ

źródło B promienniki el. - 380,3 zł/GJ

źródło C kominek - 50,50 zł/GJ

Koszt ciepła wariant po termomodernizacji źródło A, źródło PC - 380,3 zł/GJ

6.6. Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wg rosnącej wartości SPBT

Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wg rosnącej wartości SPBT w grupie docieplenia i wymiana stolarki okiennej i drzwiowej

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT |
|-----|--|------------------------|--------|
| | | [zł] | [lata] |
| 1 | Docieplenie dachu części głównej budynku | 126 787,39 | 4,58 |
| 2 | Docieplenie ścian zewnętrznych części głównej budynku | 218 914,80 | 7,04 |
| 3 | Likwidację pustaków szklanych i zabudowę okien | 1 238,66 | 7,47 |
| 4 | Wymianę okna łukowego | 7 084,80 | 16,54 |
| 5 | Wymianę ściany drewnianej z drzwiami wejściowymi z zabudową wiatrołapu/przedsionka | 90 961,17 | 43,04 |
| 6 | Wymiana podłogi części głównej budynku | 130 711,28 | 86,0 |
| | Razem zł | 575 698,10 | |

Ze względu na wysokie koszty prac dodatkowych i formalnych oraz konieczność zachowania odpowiedniej kolejności prac z uwagi na reprezentacyjny charakter budynku wszystkie przedsięwzięcia dotyczące docieplenia i wymiany stolarki okiennej i drzwiowej traktowane są niepodzielnie i w dalszej optymalizacji traktowane są łącznie.

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT |
|-----|--|------------------------|-------------|
| | Łącznie ocieplenia i wymiana stolarki okiennej i drzwiowej | 575 698,10 | 9,13 |

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT |
|-----|--|------------------------|-------------|
| | | [zł] | [lata] |
| 1 | Budowa układu wentylacji nawiewno-wywiewnej | 95 427,12 | 11,6 |

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT |
|-----|--|------------------------|-------------|
| | | [zł] | [lata] |
| 1 | Modernizacja istniejących systemów CO | 136 903,28 | 3,12 |

7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Ze względu na przyjęcie całego zakresu przedsięwzięć, nie jest wymagana optymalizacja każdego wariantu docieplenia.

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

| LP | Zakres ulepszenia termomodernizacyjnego | Nr wariantu | | | | | |
|----|--|-------------|----|----|--|--|--|
| | | W1 | W2 | W3 | | | |
| 1 | Modernizacja istniejących systemów CO | X | X | X | | | |
| 2 | Łącznie ocieplenie i wymiana stolarki okiennej i drzwiowej w budynku, zabudowa przedsionka i wymiana podłogi | X | X | | | | |
| 3 | Montaż układu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła | X | | | | | |
| | | | | | | | |

8. Wyniki obliczeń energetyczno-ekonomicznych

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = wd_0 \cdot wt_0 \cdot \Sigma Q_0 CO / \eta_0 co + Q_0 CW / \eta_{cw}$$

$$\Sigma Q_0 CO / \eta_0 co = Q_0 CO_A / \eta_0 co_A + Q_0 CO_B / \eta_0 co_B + Q_0 CO_C / \eta_0 co_C$$

$$wd_0 \cdot wt_0 = wd_1 \cdot wt_1 = 0,85 \cdot 0,88 = 0,748$$

Q_{co} , - ilość ciepła zużyte na cele CO i wentylacji, GJ/rok

q_{co} , - moc cieplna na cele CO i wentylacji, kW

Q_{MW} - ilość ciepła zużyta na cele wentylacji i wentylacji mechanicznej, GJ/rok

$q_{w,-}$ - moc cieplna na cele wentylacji i wentylacji mechanicznej, kW

Q_{cw} , - ilość ciepła zużyte na cele CWU, GJ/rok

q_{cw} , - moc cieplna na cele CWU, kW

O_o Koszt ciepła, zł/rok

A,B,C, indeksy dotyczące poszczególnych rodzajów źródła ciepła w stanie istniejącym

PC indeksy dotyczące poszczególnych rodzajów źródła po modernizacji (pompa ciepła)

indeks 0 .- wielkości w stanie istniejącym

indeks 1 .- wielkości w stanie po termomodernizacji

| Nr wariantu | $Q_{0\ COA}$ | q_{COA} | $Q_{0\ CO\ B+C}$ | q_{COB+C} | $Q_{0\ Co}$ | Wt_0 | q_{co} | $Q_{co\ k}$ | $o_{0\ Co}$ |
|----------------------|---------------|------------|------------------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | GJ/rok | kW | GJ/rok | kW | GJ/rok | | kW | GJ/rok | zł /rok |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 |
| Stan istniejący | 8,00 | 1,49 | 275,31 | 32,81 | 399,10 | 0,7480 | 34,30 | 298,52 | 113 699,14 |
| Stan po modernizacji | $Q_{0\ COA1}$ | q_{COA1} | $Q_{0\ CO\ PC1}$ | $q_{CO\ PC1}$ | $Q_{0\ Co1}$ | $Wd1$ | q_{Co1} | $Q_{co\ k1}$ | $o_{0\ Co1}$ |
| | GJ/rok | kW | GJ/rok | kW | GJ/rok | | kW | GJ/rok | zł /rok |
| W3 | 8,00 | 1,49 | 275,31 | 32,81 | 399,10 | 0,7480 | 34,30 | 91,29 | 34 943,80 |
| W2 | 8,00 | 1,49 | 72,43 | 32,81 | 122,04 | 0,7480 | 34,30 | 28,96 | 11 102,95 |
| W1 | 8,00 | 1,49 | 32,65 | 8,23 | 38,72 | 0,7480 | 9,72 | 16,74 | 6 432,47 |
| | | | | | | | | | |
| Nr wariantu | $Q_{0\ WM}$ | q_{WM} | $o_{0\ WM}$ | $Q_{0\ CW}$ | q_{CW} | $\eta_0 =$ | $Q_{0\ CW}$ | | |
| | | | | | | $\eta_1 =$ | | | |
| | GJ/rok | kW | zł /rok | GJ/rok | kW | | GJ/rok | | |
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| Stan istniejący | - | - | - | 3,52 | 0,15 | 3,66 | 1 426,30 | | |
| W3 | - | - | - | 3,52 | 0,15 | 3,66 | 1 426,30 | | |
| W2 | - | - | - | 3,52 | 0,15 | 3,66 | 1 426,30 | | |
| W1 | 7,26 | 3,59 | 2 816,46 | 3,52 | 0,15 | 3,66 | 1 426,30 | | |

| Obliczenia kosztów zużycia ciepła i SPB dla wariantów W1-W3 | | | | | | | |
|---|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|------------|------------|------|
| Nr wariantu | O ₀ Co | O ₀ WMo | O ₀ CWUo | O ₀ COo+O WMo+ CWUo | Δo | Nakład | SPB |
| | zł /rok | zł /rok | zł /rok | zł /rok | zł /rok | zł | lata |
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Stan istniejący | 113 688,88 | - | 208,57 | 113 897,45 | | | |
| | O ₀ C1 | O ₀ WM1 | O ₀ CWU1 | O ₁ CO1+O WM1+ CWU1 | | | |
| W3 | 113 699,14 | - | 1 426,30 | 115 125,44 | 78 755,33 | 136 038,45 | 1,73 |
| W2 | 34 943,80 | - | 1 426,30 | 36 370,10 | 102 596,19 | 711 736,55 | 6,94 |
| W1 | 11 102,95 | 2 816,46 | 1 426,30 | 12 529,24 | 104 450,21 | 847 775,00 | 8,12 |

8.1. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku zgodnie z warunkami finansowania wg Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów

| Nr wariantu | Planowane koszty całkowite [zł] | Roczna oszczędność kosztów energii [zł] | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%] | Premia termomodernizacyjna [zł] |
|-----------------|---------------------------------|---|--|---------------------------------|
| | koszty | zł /rok | zł /rok | zł |
| | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Stan istniejący | [zł] | [zł] | [zł] | [zł] |
| W3 | 136 038,45 | 78 755,33 | 69% | nie dotyczy |
| W2 | 711 736,55 | 102 585,94 | 89% | nie dotyczy |
| W1 | 847 775,00 | 104 439,96 | 92% | nie dotyczy |

8.2. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr W1 obejmujący następujące przedsięwzięcia:

Przedsięwzięcie to zapewnia:

Oszczędność teoretycznego zużycia ciepła na ogrzewanie i CWU na poziomie: 92 %

Dodatkowe uwagi

1. Uzyskane wyniki zmniejszenia zużycia ciepła i kosztów są wielkościami obliczeniowymi dla warunków przyjętych wg danej metodologii obliczeń. Rzeczywiste oszczędności mogą być realnie mniejsze.

Zjawiska wpływające na efektywność inwestycji:

- mniejsza ilość stopniodni w rzeczywistych sezonach grzewczych (cieplejsze sezony grzewcze w stosunku do wartości obliczeniowych),
- niedotrzymywanie w budynku warunków komfortu cieplnego,
- stopień wykorzystania wentylacji mechanicznej,

2. Wartość wskaźników ekonomicznych w przypadku decyzji o realizacji Inwestycji powinna zmieniać się na korzyść rentowności inwestycji ze względu:

- możliwość zmniejszenia kosztów inwestycji w skutek pozyskania pokrycia przez polskie i zagraniczne fundusze zewnętrzne .

Istnieje jednak również ryzyko:

- urealnienia cen inwestycji i pojawienia się dodatkowych niezbędnych kosztów na skutek ujawnienia dodatkowych robót (np. wzmocnienia pokrycia dachowego, konstrukcji ścian itp.).
- aktualny trend makroekonomiczny w gospodarce wymuszający wzrost cen jednostkowych materiałów i usług szczególnie w budownictwie na rynku przedsięwzięć związanych z termomodernizacją,

Największą niepewnością cechuje zmiana cen nośników energii w czasie.

3. Pozostałe efekty wdrożenia przedsięwzięć termomodernizacyjnych.:

- polepszenie warunków pracy pracowników,
- poprawa wizerunku przedsiębiorstwa z marketingowego punktu widzenia (docelowo wszystkie budynki użyteczności publicznej powinny mieć wystawione i zamieszczone w widocznym miejscu świadectwo charakterystyki energetycznej),
- wzrost wartości Obiektu,

9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

9.1. Wykaz częściowych przedsięwzięć termo modernizacyjnych wariantu optymalnego

Do realizacji przewiduje się wariant W1 obejmujący:

A) Przebudowę instalacji ogrzewania elektrycznego promienników / kominka na system z pompą ciepła i ogrzewaniem podłogowym wodnym.

Układ ogrzewania podłogowego za pomocą mat elektrycznych w części II pozostaje bez zmian

B) Ocieplenia i wymianę stolarki okiennej w budynku. Zabudowę przedsionka.

C) Zabudowę układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

9.2. Planowana rozbudowa budynku

Ze względu na brak wiatrołapu dobudowany zostanie przedsionek wejściowy od strony południowo-wschodniej w centralnej części elewacji. Wiatrołap o wymiarach wewnętrznych 1,49 x 3,02 m.

Przedsionek zlokalizowany zostanie na obecnej powierzchni placu wejściowego przed budynkiem.

Przedsięwzięcie to wchodzi w zakres kosztów kwalifikowanych i jest rozpatrywane w audycie.

Ze względu na konieczność zwiększenia pow. edukacyjnej i socjalnej zaprojektowano rozbudowę istniejącego budynku stodoły o następujące elementy:

- zaplecze sali głównej (tzw. diorama) od strony północno-zachodniej w centralnej części elewacji.

Dobudówka o wymiarach zewnętrznych 4,83 x 7,25 m.

- kuchnię i zaplecze do sali głównej od strony zachodniej w centralnej części elewacji. Dobudówka o wymiarach zewnętrznych 3,65 x 6,60 m

Przedsięwzięcia te nie wchodzi w zakres kosztów kwalifikowanych i nie są rozpatrywane w audycie.

Rozbudowa budynku oraz projektowane docieplenie budynku zwiększyły jego powierzchnię zabudowy. Powierzchnia zabudowy po rozbudowie i dociepleniu wynosić będzie 167,95 m².

W audycie rozpatrywana jest powierzchnia użytkowa istniejącego budynku i wiatrołapu bez Dioramy, kuchni i zaplecza .

Dokładne dane dotyczące materiałów i ich właściwości podano w tabeli

| Lp. | Przedsięwzięcie termomodernizacyjne | Sposób realizacji | Opis systemu | Materiał/ Współczynnik przewodzenia W/mK | Grubość izolacji cm | Powierzchnia m2 |
|-----------------------------------|--|---|--|--|---------------------|-----------------|
| Docieplenie ścian zewnętrznych | | | | | | |
| 1 | Docieplenie ścian zewnętrznych elewacje | Docieplenie ścian zewnętrznych od zewnątrz | System izolacyjny ETICS na bazie wełny z wyprawą tynkową oraz płytkami klinkierowymi | Wełna λ = 0,042 | 20 | 181 |
| 2 | Likwidacja zabudowy z desek i drzwi wejściowych. Budowa przedsionka | Docieplenie ścian zewnętrznych od zewnątrz | Panele systemowe Płyty/maty z wełny mineralnej | Bloczki/pustaki max. Ściana wełna λ = 0,036 Dach wełna λ = 0,036 | 19 18 | |
| 3 | Wymiana podłogi | Docieplenie podłogi od wewnątrz | System izolacyjny EPS | Styropian λ = 0,036 | 12 | 104 |
| Docieplenie dachów i stropodachów | | | | | | |
| 4 | Docieplenie stropodachu skośnego 19° | Rozebranie poszycia dachu i Montaż dachu Docieplenie wełną mineralną od zewnątrz. | Płyty/maty z wełny mineralnej | Wełna mineralna λ = 0,036 | 23 | 135,3 |
| Stołarka okienna i drzwiowa | | | | | | |
| Lp. | Przedsięwzięcie termomodernizacyjne | Sposób realizacji | | Współczynnik przenikania ciepła W/m2K | Ilość, szt. | m2 |
| 5 | Likwidacja luxferów zabudowa nieotwieralnych okien | | | Współczynnik przenikania ciepła U=0,9 W/m2K | Ilość okien 8 szt. | 2,1 |
| 6 | Wymiana okna nad przedsionkiem | | | Współczynnik przenikania ciepła U=0,9 W/m2K | 1 szt. | 2,4 |
| Modernizacja wentylacji | | | | | | |
| 7 | Modernizacja wentylacji | Budowa wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła | | | 1 komplet | |
| Modernizacja źródła ciepła | | | | | | |
| 8 | Modernizacja źródła ciepła i instalacji grzewczych | Likwidacja promienników elektrycznych i kominka na drewno. Zabudowa pompy ciepła o mocy do 6 kW z automatyką, zabudowa rozdzielaczy CO, izolacja przewodów rozdzielczych, budowa instalacji ogrzewania podłogowego | | | 1 komplet | |

Zabudowa instalacji PV

| | | | | |
|---|--------------|--|---------------|--|
| 9 | Zabudowa OZE | fotowoltaiczną o łącznej mocy 10 kWp. Instalację fotowoltaiczną stanowić będą: ▪ Panele (moduły) fotowoltaiczne 400-455W; Montaż do dachu budynku za pomocą konstrukcji systemowej przeznaczonej do montażu do blachy falistej; ▪ Falownik fotowoltaiczny 3-fazowy; ▪ Skrzynka przyłączeniowa z ogranicznikiem przepięć ▪ Kabel fotowoltaiczny 1x4 mm ² , 0,6/1kV; ▪ Gniazda, wtyki MC4; Falownik zostanie zabudowany na elewacji budynku. Panel instalacji fotowoltaicznej - typ ogniwa: monokrystaliczne; - liczba ogniw: 144; - waga maksymalna 25 kg, - wymiary maksymalne: 2120 x 1055 x 40 mm, Parametry w warunkach STC: - moc maksymalna (P _{mpp}): 445Wp, - napięcie obwodu otwartego (V _{oc}): 49,56V; - napięcie w punkcie mocy maksymalnej (V _{mp}): 41,21V; | 24 komplet | |
|---|--------------|--|---------------|--|

9.3. Dodatkowe główne prace wymagane do niezbędne do spełnienie obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, wymogów ppoż i praw budowlanego

Koszty związane z ich spełnieniem włącza się do zakresu nakładów na realizację prac termomodernizacyjnych w analizowanym budynku, mimo że to działanie to nie przynosi oszczędności energii

Roboty z branży IS

likwidacja istniejącego źródła ciepła

montaż konstrukcji pod centralę wentylacyjną

roboty budowlane przy montażu jednostki wew pompy ciepła

Roboty elektryczne

prace w zakresie automatyki pompy ciepła,

montaż instalacji odgromowej na dachu do ochrony odgromowej instalacji PV

i inne niezbędne do spełnienia obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, wymogów ppoż i praw budowlanego

Docieplenie ścian fundamentowych

montaż izolacji ścian fundamentowych,

do programu modernizacji budynku włącza się dodatkowo wykonanie nowej izolacji cieplnej, przeciwwilgociowej, pionowych ścian fundamentowych budynku a w tym m.in. zabezpieczenie ścian dysperbitem i wykonanie izolacji pionowych ścian fundamentowych z folii kubełkowej,

wykonanie opaski żwirowej,

i inne niezbędne do spełnienia obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, wymogów ppoż i praw budowlanego

Montaż izolacji dachu

Demontaż dachu istniejącego

Roboty dekarские Obróbki blacharskie połaci dachu itp.

Montaż rynien

Montaż instalacji odgromowej

Dla wszystkich branż.

Transport i utylizacja materiałów usuwanych i inne roboty wymienione w kosztorysie niezbędne do spełnienia obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, wymogów ppoż i praw budowlanego

9.4. Efekty wykonania robót zawartych w wariantcie

Zakładane efekty wykonania robót zawartych w wariantcie spełniającym kryteria Inwestora i ustawy termomodernizacyjnej

- 1) zmniejszenie zużycia ciepła o min. 25%,
- 2) poprawa komfortu cieplnego w budynku poprzez zabudowę nowego źródła ciepła
- 3) poprawa komfortu wentylacyjnego w budynku poprzez zabudowę wentylacji mechanicznej,

Dalsze kroki Inwestora.

Opracowanie i złożenie wniosku oraz podpisanie umowy finansowania;

Zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót

Realizacja robót i odbiór techniczny

Splata zaciągniętych zobowiązań

Monitorowanie efektów w okresie sezonu grzewczego.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1. Analiza techniczno-ekonomiczna dla instalacji fotowoltaicznej

Przeprowadzono analizę wykorzystania odnawialnych źródeł energii polegającą na zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej produkującej energię na potrzeby własne odbiorcy przy współpracy z przyłączem elektroenergetycznym, które jest eksploatowane w obiektach Inwestora.

Przyłącze energetyczne

Budynek jest pośrednio poprzez zasilany z przyłącza - linię napowietrzną nN i złącza kablowo-pomiarowego zlokalizowanego w istniejącym sąsiednim budynku administracyjnym.

Nr punktu poboru 590332400400253825.

Licznik nr 32205607457/A322056077457

Założenia do obliczeń

Budynek zostanie wyposażony w instalację fotowoltaiczną o łącznej mocy 10,92 kWp.

Instalację fotowoltaiczną stanowić będą:

- Panele (moduły) fotowoltaiczne 24 szt. o jedn. mocy 455W;

Montaż do dachu budynku za pomocą konstrukcji systemowej przeznaczonej do montażu do blachy falistej;

- Falowniki fotowoltaiczny 3-fazowy;
- Skrzynki przyłączeniowe z ogranicznikami przepięć typ 1+2 po stronie AC/DC;
- Kabel fotowoltaiczny 1x4 mm², 0,6/1kV;
- Gniazda, wtyki MC4;

W proponowanym rozwiązaniu projektowym brak jest układu magazynowania energii (brak akumulatorów),

Do obliczeń przyjęto następujące założenia ekonomiczne:

- Inwestor jest prosumentem energii odnawialnej,
- układ PV jest mikroinstalacją (na podstawie Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii)
- finansowanie wyłącznie ze środków własnych Inwestora,
- uniknięty koszt jednostkowy energii elektrycznej zużywanej w obiektach Nadleśnictwa w ww. punkcie poboru wynosi średnio: 1370 zł/MWh brutto,
- czas życia inwestycji: 25 lat,
- stopa dyskonta: 7 %.
- uwzględniono koszt wymiany inwertera (1 raz w założonym czasie eksploatacji po ok. 15 latach)
- autokonsumpcja 10%
- zaoszczędzona energia wynosi 40%

Uwaga

- Wskazane efekty ekonomiczne można uzyskać tylko przy podanych założeniach i standardowym użytkowaniu budynku.
- Przy zmianie sposobu naliczania kosztów za wprowadzanie do sieci EE nadwyżek energii z PV efekty będą zależne od podanych warunków dopłat. Zmiany należy monitorować i uaktualniać co roku.
- Ze względu na regulacje prawne związane z dopłatami zaleca się montaż instalacji poniżej 10 kWp co podniesie efekty ekonomiczne przedsięwzięcia.
- Najwyższe efekty osiąga się przy instalacjach których pracują jedynie na przy całkowitym wykorzystaniu wyprodukowanej energii.

Proste wskaźniki ekonomiczne zadania pokazano w tabeli:

| Stan | Produkcja energii PV | Zaoszczędzona energia PV | Nakłady | Oszczędności kosztów | SPB |
|-------------|----------------------|--------------------------|---------|----------------------|------|
| | kWh/rok | kWh/rok | zł | zł/rok | lata |
| Okres 1 rok | 10 640 | 4 894 | 60726 | 5443,85 | 9,07 |

Przy założeniu wzrostu kosztów energii EE (1,2 % rok do roku) oraz uwzględniania równoczesnej degradacji LID paneli solarnych na poziomie:

- 2,5% po 1 roku.
- 0,6% rocznie w dalszych 24 latach.

wskaźniki dynamiczne przy zakładanym czasie trwałości przedsięwzięcia na poziomie 25 lat kształtują się następująco:

| Stan | Produkcja energii PV kWh | Nakłady zł | Teoretyczna oszczędność kosztów zł | IRR % | NPV zł |
|--------------|--------------------------|------------|------------------------------------|-------|--------|
| Po 25 latach | 236 656 | 60 726 | 136 096 | 10,0 | 13 148 |

Obliczone wskaźniki ekonomiczne mogą wskazywać, że przedsięwzięcie może być dobrą inwestycją nawet tylko przy zaangażowaniu tylko środków własnych.

Przy możliwości uzyskania dotacji wskaźniki mogą uzyskać jeszcze większe wartości.

Efekty zakładanej inwestycji

Poniżej przedstawiono efekty zakładanej inwestycji

| Efekt | Wielkość efektu |
|---------------------------|--|
| Efekty rzeczowe | Dostawa i montaż systemu PV o łącznej w ilości 24 paneli 0,455 KW łącznej mocy 10,6 kWp. z systemem montażowym, konektorem, inwerterem i okablowaniem. |
| Efekt energetyczny | Produkcja energii elektrycznej w ilości: około 10,40 MWh/rok |
| Efekt* ekologiczny | Obniżenie emisji CO ₂ o około 6,6 ton/rok. |
| Efekty dodatkowe | Obniżenie kosztów funkcjonowania. Efekty wizerunkowe szczególnie ważne dla obiektu o przeznaczeniu edukacyjnym w zakresie ekologii |

Efekt ekologiczny jest obliczony dla standardowego roku obliczeniowego i zakładanego zużycia energii elektrycznej i standardowego użytkowania budynków.

Rzeczywisty końcowy efekt zależy od warunków pogodowych w danym roku użytkowania i innych (np. sposobu wykorzystywania budynku).

Załącznik nr 2. Obliczenia OZC przed termomodernizacją**Wyniki - Ogólne**

| | | |
|---|------------------|-------------------|
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego: | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | STREFA III | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e : | -20 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,6 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 116,8 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 586,1 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 28487 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 5792 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 34279 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 34279 | W |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$: | 293,6 | W/m ² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$: | 58,5 | W/m ³ |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 61,5 | m ³ /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | 60,0 | m ³ /h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | 60,0 | m ³ /h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | 60,0 | m ³ /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n : | 0,7 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 430,7 | m ³ /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -20,0 | °C |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 283,31 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 78697 | kWh/rok |

Załącznik nr 3. Obliczenia OZC po termomodernizacji

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| | | |
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. U: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ : | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 - miesięcznie | |
| | | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | STREFA III | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_a : | -20 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,6 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| | | |
| Grunt: | | |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 121,48 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 597,2 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 4143 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 4990 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 9133 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$: | 75,2 | W/m ² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$: | 15,3 | W/m ³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 35,6 | m ³ /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | 60,0 | m ³ /h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | 1200,0 | m ³ /h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | 1200,0 | m ³ /h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | 1260,0 | m ³ /h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | 1256,3 | m ³ /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 2,2 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 1331,2 | m ³ /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | 8,9 | °C |
| | | |
| Wyniki doboru grzejników: | | |
| | | |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 47,91 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 13307 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 121 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 597,2 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 394,3 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 109,5 | kWh/(m ² ·rok) |

Załącznik nr 4. Ceny jednostkowe paliwa i energii elektrycznej

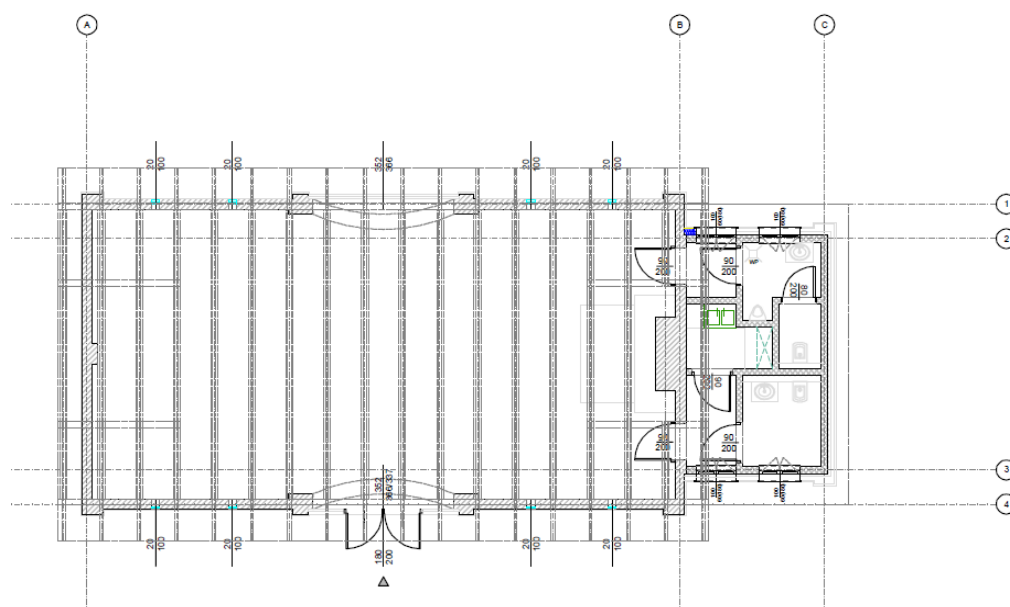
| Prąd elektryczny | | | | |
|--|--|-------------------|--|---------|
| - | | | | |
| Grupa taryfowa: C11 - ceny zgodnie z Taryfą Dystrybucyjną Tauron na rok 2023 | | | | |
| Lp. | Rodzaje cen i stawek opłat | Jednostka miary | | Brutto* |
| 1 | Cena za energię elektryczną | zł/kWh | | 0,932 |
| 2 | Stawka stała ceny energii elektrycznej | | | |
| 3 | Opłata abonamentowa A _b ** | zł/mc | | 2,8 |
| 4 | Opłata dystrybucyjna zmienna razem | zł/kWh | | 0,436 |
| 5 | Opłata dystrybucyjna stała | zł/mc | | 2,804 |
| 6 | Opłata za moc | zł/kW | | 6,371 |
| 7 | Opłata zmienna za energię | zł/GJ | | 258,99 |
| 8 | Opłata zmienna za dystrybucję | zł/GJ | | 121,04 |
| 9 | Razem | | | 380,03 |
| 10 | Opłata stała | zł/mc | | 2,8 |
| | Razem | zł/kWh | | 1,37 |
| * ceny i stawki opłat brutto zawierają podatek VAT w wysokości 23% | | | | |
| ** przyjęto dla rozliczenia w cyklu 2-miesięcznym | | | | |
| Drewno do kominka | | | | |
| - | | | | |
| Lp. | Rodzaje cen i stawek opłat | Jednostka miary | | Brutto* |
| 1 | Cena za paliwo** m3 | zł/m3 | | 400 |
| 2 | | | | |
| 3 | Opłata za paliwo | zł/GJ | | 50,5 |
| * ceny i stawki opłat brutto zawierają podatek VAT w wysokości 23% | | | | |
| ** detaliczna cena drewna | | | | |
| zakładana wartość opałowowa dla drewna | | | | |
| Lp. | Jednostka miary | Wartość opałowowa | | |
| 1 | GJ/m3 | 7,9 | | |

Koszt ciepła przy optymalizacji grubości przegród w stanie istniejącym

| Nośnik | Udział w zużyciu | Koszt jedn. zł/GJ | Koszt jedn. zł/GJ | Koszt jedn. średni do przyjęty obliczeń zł/GJ |
|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|---|
| Energia elektryczna | 64% | 380,03 | 380,03 | 243,22 |
| Drewno | 36% | 50,50 | 91,818* | 33,05 |
| | | | * z uwzgl. sprawności wytwarzania | 276,27 zł/GJ |

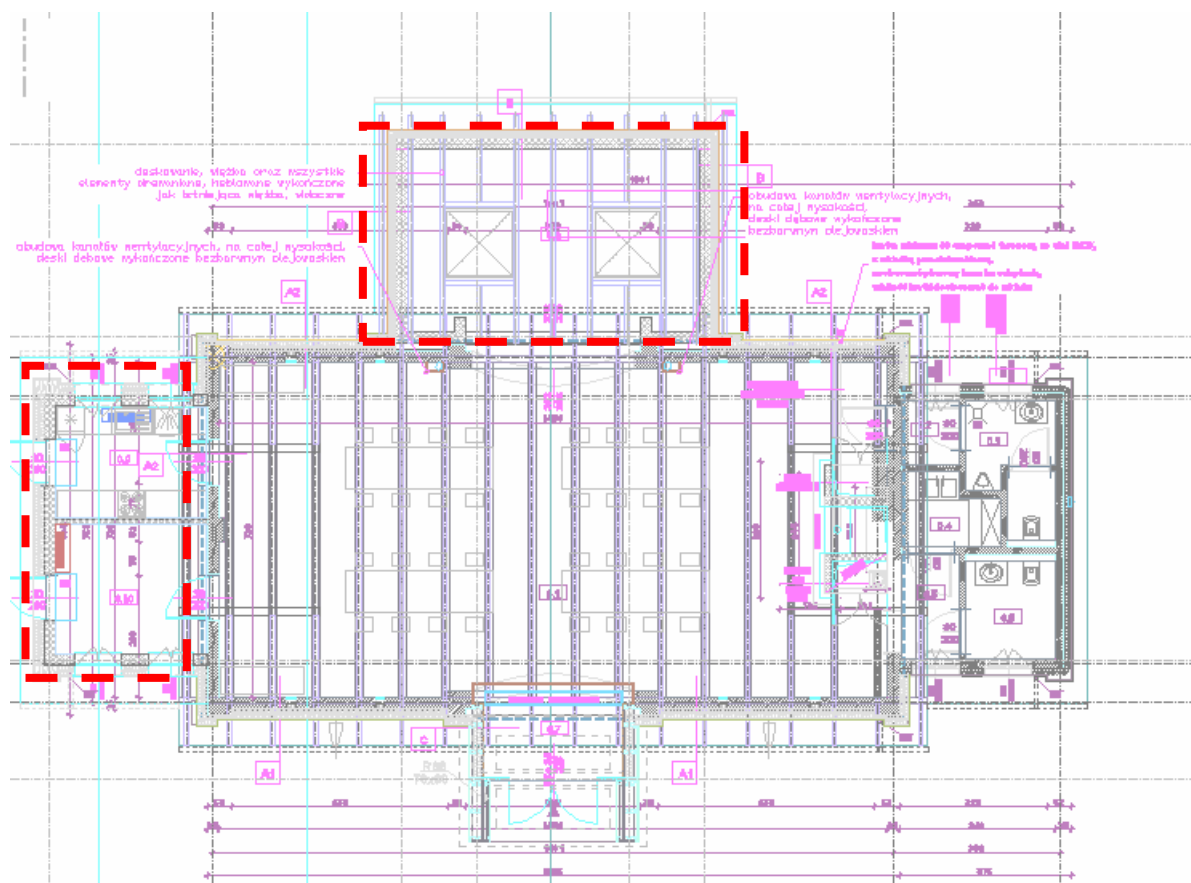
Załącznik 5 Rzuty i przekroje budynku

Rzut parteru - przed rozbudową budynku

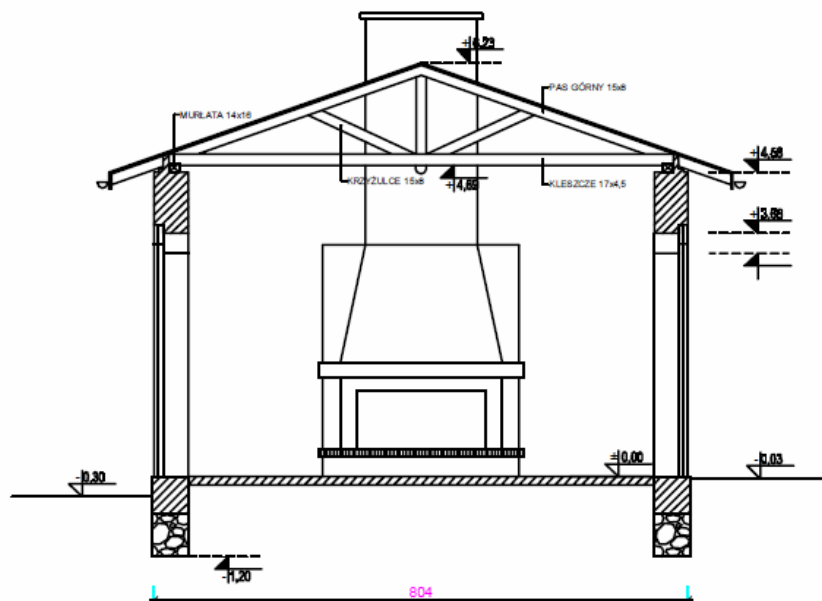


Rzut parteru - po rozbudowie budynku

Na rysunku przerywaną linią zaznaczono rozbudowywane części budynku - która nie są rozpatrywane w Audycie Energetycznym.



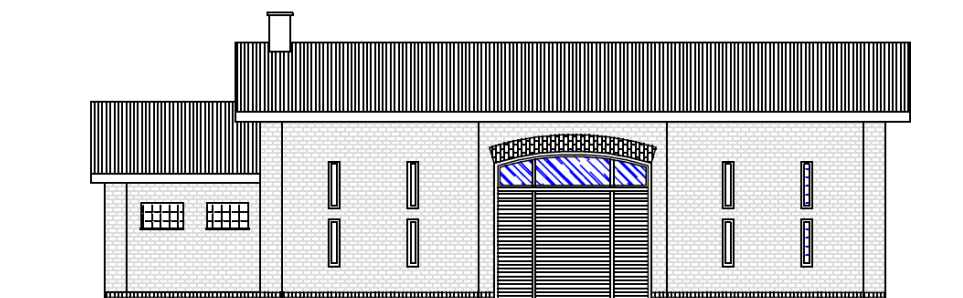
Przekrój budynku



Widok elewacji pd-wsch. budynku przed rozbudową budynku



Widok elewacji pn-zach. budynku przed rozbudową budynku



Załącznik nr 6 Obliczanie ilości powietrza wentylacyjnego**Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw**

Budynek edukacyjny przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki

Budynek bez przeprowadzonej próby szczelności, bez wymiany okien.

Sala główna Cz (I)**Obliczanie ilości powietrza wentylacyjnego****Sala główna**

| | Wartość | Jednostka |
|---|---------|-------------------------------------|
| Kubatura wentylowana naturalnie | 540 | m ³ |
| Powierzchnia wentylowana naturalnie | 99 | m ² |
| Wskaźnik Vve,1s | 0,00056 | m ³ /(s*m ²) |
| Wartość podstawowa powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku, Vve,1s | 200 | m ³ /h |
| Krotność wymian spowodowana infiltracją | 0,30 | 1/h |
| Dodatkowa infiltracja | 162 | m ³ /h |
| Łączny strumień całkowity wentylacji grawitacyjnej do obliczeń strat ciepła | 362 | m ³ /h |
| Wymagana moc grzewcza do podgrzania powietrza zewnętrznego | 4,92 | kW |
| Krotność wymian | 0,67 | 1/h |

Pom. sanitarne Cz (II)**Wentylacja wywiewna**

WC - 2 szt.

| | Wartość | Jednostka |
|---|---------|-------------------|
| Wymagana ilość powietrza usuwanego dopływ powietrza zewnętrznego na 1 ustęp | 30 | m ³ /h |
| Ilość WC | 2 | sz. |
| Strumień całkowity wentylacji wywiewnej napływ przez okna | 60 | m ³ /h |

Załącznik 7 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody w stanie istniejącym

Przyjęto zapotrzebowanie CWU na poziomie dla obiektów szkolnych/edukacyjnych wg Tabeli 27.

W stanie po termomodernizacji bez zmian.

| PL. | Omówienie | wzór obliczeniowy lub symbol | Jedn. | System CWU |
|-----|---|---|--|------------|
| 1 | Powierzchnia | A | m ² | 116,10 |
| 2 | wskaźnik czas poboru ciepłej wody w ciągu roku | | | 0,55 |
| 3 | średnie dobowe zużycie c.w. w budynku | $q_{dśr} = A \cdot V_{wi} \cdot V_{cw} / 1000$ | m ³ /d | 0,8 |
| 4 | ciepło właściwe wody | c_w | kJ/kg*K | 4,19 |
| 5 | gęstość wody | ρ | kg/m ³ | 1000,00 |
| 6 | współczynnik nierównomierności rozbioru c.w. | $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ | | 6,65 |
| 7 | temperatura c.w. | t_{cw} | °C | 55,00 |
| 8 | temperatura z.w. | t_{zw} | °C | 10,00 |
| 9 | czas poboru ciepłej wody w ciągu roku | $t_{uz} = t \cdot 365$ | doba | 200,75 |
| 10 | współczynnik korekcyjny | k_t | - | 1,00 |
| 11 | jednostkowe dobowe zużycie c.w. w budynku | $V_{wi_{cw}}$ | dm ³ /m ² * d | 0,10 |
| 12 | czas dyspozycji | τ | | 4,00 |
| 13 | średnie godzinowe zużycie c.w. w budynku | $q_{hśr} = q_{dśr} / \tau$ | m ³ /h | 0,00000 |
| 14 | obliczeniowa moc cieplna | $\Phi = q_{hśr} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (t_{cw} - t_{zw}) / (1000 \cdot 3600)$ | 0,14 | 0,61 |
| 15 | maksymalne zapotrzebowanie mocy | $\Phi = q_{hśr} \cdot N_h$ | kW | 4,04 |
| 16 | udział w zużyciu | | % | 100 |
| 17 | roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego | $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (t_{cw} - t_{zw}) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$ | kWh/rok | 976,57 |
| 18 | roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego na produkcję c. w. | $Q_{w,nd}$ | GJ/rok | 3,52 |
| 19 | sprawność systemu c.w | $\eta_{w,nd}$ | % | 96,00 |
| 20 | roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na produkcję c. w. | $Q_{w,K}$ | GJ/rok | 3,66 |

Załącznik 8 **Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji i CWU**

| Opis | Jedn. | CO | | Uwagi | CWU | | CO+CWU | |
|--|---|-----------------|----------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | | Stan istniejący | Stan po modernizacji | | Stan istniejący | Stan po modernizacji | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U | GJ/rok | 283 | 48 | | 3,52 | 3,52 | 286,83 | 51,43 |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U | kWh/rok | 78 697 | 13 308 | | 977 | 976,57 | 79 674 | 14 285 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K | GJ/rok | 399,10 | 29,65 | | 3,66 | 3,66 | 402,76 | 33,31 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K | kWh/rok | 110 860 | 8 236 | | 1 017 | 1 017,25 | 111 878 | 9 253 |
| Powierzchnia ogrzewana A_f | m ² | 116,7 | 121,9 | | 116,7 | 121,9 | 116,7 | 121,9 |
| Energia pomocnicza : | kWh/rok | 82,3 | 880,9 | | 0 | 0 | 85,96 | 884,56 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{KH} | kWh/(m ² *rok) | 950,7 | 74,8 | | 8,7 | 8,4 | 959,40 | 83,20 |
| - dla biomasy | - | 0,2 | 0,2 | Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną | | | | |
| - dla energii elektrycznej sieć | - | 3,0 | 3,0 | | | | | |
| - dla energii elektrycznej PV | | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P | kWh/rok | 221 719 | 4 923 | | 3 051,7 | 549 | 224 771 | 5 472 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_H | kWh/(m ² *rok) | 1899,9 | 40,4 | | 26,2 | 4,5 | 1926,1 | 44,9 |
| | Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)] | | | | | | | 45 |

Wymagana obliczeniowa ilość energii z paneli PV przekazana do systemu energetycznego netto w ciągu sezonu/roku (w okresie bilansowym) do zasilania urządzeń instalacji CO / CWU dla spełnienia powyższego warunku EP_H wynosi $Q_{pv} = 7476$ kWh/rok

| Emisja CO₂ : | | CO | | | CWU | | CO+CWU | |
|---|------------------------|--------------|-------------|--|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Wskaźniki CO ₂ | | | | | | | | |
| - dla energii elektrycznej PV i biomasy | t/MWh | 0 | 0,00 | | 0 | 0,00 | | |
| - dla energii elektrycznej z sieci | t/MWh | 0,698 | 0,698 | | 0,698 | 0,698 | | |
| Roczna emisja CO₂ | t CO ₂ /rok | 49,68 | 1,15 | | 2,13 | 0,0005 | 51,81 | 1,15 |