

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ W WIERZBIU



**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz
o centralnej ewidencji emisyjności budynków**

| | | |
|------------------|---|--|
| Adres budynku | ulica: Szkolna 31 kod: 42-700 powiat: województwo: | miejsowość: Wierzbie lubliniecki śląskie |
| Wykonawca audytu | imię i nazwisko : tytuł zawodowy: | Dawid Zielonka mgr inż. |



ENVITERM

ul. Szwedzka 2, 42-612 Tarnowskie Góry
tel.: +48 531 877 335; e-mail: biuro@enviterm.pl

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| | | | |
|---|--|---|---------------|
| 1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | Użyteczności publicznej | 1.2. Rok budowy | 1906 |
| 1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL) | Gmina Koszęcin ul. Powstańców Śląskich 10 kod 42-286 Koszęcin | 1.4. Adres budynku ul. Szkolna 31 kod 42-700 powiat lubliniecki woj. śląskie | |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ENVITERM S.C. REGON: 367531084 Tarnowskie Góry ul. Szwedzka 2 | | | |
| 3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107 <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div> | | | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis | | | |
| <i>Lp.</i> | <i>Imię i nazwisko</i> | <i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i> | |
| 1 | mgr inż. Elżbieta Maks | współautor | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5. Miejscowość | Tarnowskie Góry | Data wykonania opracowania | 18.07.2025 r. |
| 6. Spis treści | | | |
| 1. | Strona tytułowa | 2 | |
| 2. | Karta audytu energetycznego | 3 | |
| 3. | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku | 6 | |
| 4. | Dokumentacja fotograficzna | 8 | |
| 5. | Ocena stanu technicznego budynku | 12 | |
| 6. | Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych | 14 | |
| 7. | Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 15 | |
| 8. | Opis wariantu optymalnego | 33 | |

| TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾ | | | |
|--|---|------------------------------|------------------------------|
| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna, murowana | bez zmian |
| 2. | Liczba kondygnacji | 1 | 1 |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 179,90 | 179,90 |
| 4. | Powierzchnia użytkowa budynku [m ²] | 58,40 | 58,40 |
| 5. | Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²] | 0,00 | 0,00 |
| 6. | Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%] | 0,00% | 0,00% |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 5 | 5 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | kocioł węglowy | pompa ciepła powietrze/ woda |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | kocioł węglowy | pompa ciepła powietrze/ woda |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | 0,19 | 0,19 |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K] | | | |
| 1. | Ściana zewnętrzna- cegła | 1,398 | 0,194 |
| 2. | Ściana zewnętrzna- pustak | 0,889 | 0,180 |
| 3. | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- garaż | 0,328 | 0,142 |
| 4. | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | 2,118 | 0,148 |
| 5. | Podłoga na gruncie | 0,497 | 0,497 |
| 6. | Okna | 2,100 | 0,900 |
| 7. | Drzwi | 2,600 | 1,300 |
| 3. Sprawności składowe systemu centralnego ogrzewania | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,82 | 2,50 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,80 | 0,96 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,77 | 0,88 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-] | 1,00 | 1,00 |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-] | 1,00 | 1,00 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,65 | 2,60 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,60 | 0,80 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 1,00 | 1,00 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 0,85 | 0,85 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | brak | brak |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | nieszczelności | nawiewniki higrosterowalne |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h] | 54 | 54 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 0,30 | 0,30 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 12,84 | 4,13 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 0,22 | 0,22 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 91,62 | 18,08 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 181,38 | 8,56 |

| | | | |
|---|--|------------|------------|
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 2,97 | 0,56 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok] | 435,81 | 86,01 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok] | 862,78 | 40,73 |
| 10 ²⁾ | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,00% | 89,17% |
| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | | |
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ] | 71,51 | 293,83 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 0,00 | 0,00 |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³] | 95,10 | 17,83 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)] | - | - |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)] | 15,05 | 2,92 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Inne [zł] | 0,00 | 0,00 |
| 8.1 Wskaźnik dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 1. | EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m²rok] | 888,26 | 54,28 |
| 2. | EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m²rok] | 993,09 | 19,48 |
| 3. | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%] | 93,89% | |
| 4. | Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok] | 175,34 | |
| 5. | Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok] | 4,19 | |
| 6. | Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok] | 17,92 | |
| 7. | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] | 9 102,34 | |
| 8. | Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾ | 8,30 | |
| 8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 1. | Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł] | netto | brutto |
| | | 230 086,88 | 283 006,86 |
| 2. | Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] | netto | brutto |
| | | 49 850,00 | 61 315,50 |
| 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⁾ | 21,67% | |
| 4. | Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾ | | |
| 5. | Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ¹⁾ | 74 736,93 | |
| 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/(m²rok)] | 45 | |
| 2. | Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ 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 [zł] ^{8)**)} | 0,00 | |
| 10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾ | | | |
| 1. | Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ¹⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 37) | | |
| 2. | Wysokość premii MZG [zł] | 0,00 | |
| 3. | Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)****)} | 0,00 | |
| 4. | Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł] | 0,00 | |

| 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⁾ UOZE [%] 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.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.

* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”

* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

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

3.3. Data wizji lokalnej

16.07.2025 r.

3.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro
 - Docieplenie ścian zewnętrznych cegła
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Docieplenie ścian zewnętrznych pustak
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Modernizacja c.w.u.
 - Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż
 - Montaż fotowoltaiki o mocy 3,30 kW wraz z magazynem energii o mocy 3,0 kWh

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------|----------|
| Własność | prywatna | spółdzielcza | komunalna | X |
| Przeznaczenie budynku | mieszkalny | mieszk-usługowy | inny | X |
| Adres | Szkolna 31, 42-700 Wierzbie | | | |
| Budynek | wolnostojący | X | segment w zabudowie szeregowej | |
| | bliźniak | | blok mieszkalny, wielorodzinny | |

| Rok budowy | | 1906 | | Rok zasiedlenia | | 1906 | |
|---------------------|--|----------------------|--------|-----------------|--------------------------------|-------------------|------------|
| Technologia budynku | | UW-2Ż-cegła żerańska | | RWB | BSK | RBM-73 | RWP-75 |
| PBU-59 | PBU-62 | UW 2-J | WUF-62 | WUF-T | OWT-67 | OWT-75 | "Szczecin" |
| W-70 | Wk-70 | SBM-75 | ZSBO | "Stolica" | monolit | tradycyjna | ramowa |
| szkieletowa | inna, jaka: | | | | | | |
| 1 | Powierzchnia zabudowana | [m ²] | 73,00 | 6 | Budynek podpiwniczony | nie | |
| 2 | Kubatura budynku | [m ³] | 179,90 | 7 | Liczba klatek schodowych | - | |
| | Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szczytów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii | [m ³] | 179,90 | 8 | Liczba kondygnacji | 1 | |
| 3 | Powierzchnia użytkowa | [m ²] | 58,40 | 9 | Wysokość kondygnacji w świetle | [m] | 3,08 |
| 5 | Powierzchnia ogrzewana budynku | [m ²] | 58,40 | 11 | Liczba użytkowników | 5 | |

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Dokumentacja projektowa



Widok z góry



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek OSP Wierzbie zbudowany w technologii tradycyjnej, parterowy bez podpiwniczenia. Ściany fundamentowe z kamienia. Ściany zewnętrzne zbudowane z cegły pełnej o grubości 42 cm, ściany dobudówki zbudowane z pustaka ceramicznego o tej samej grubości. Strop pod nieogrzewanym poddaszem nad garażem drewniany, ocieplony wełną mineralną o grubości 15 cm. Strop pod nieogrzewanym poddaszem nad częścią biurową Kleina, nieocieplony. Podłoga na gruncie betonowa, bez ocieplenia. Stolarka okienna i drzwiowa stara.

Okna PCV o wartości współczynnika przenikania $U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Drzwi zewnętrzne o współczynniku przenikania $U = 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Bramy garażowe o współczynniku przenikania $U = 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

| L.p. | Opis | Pow. netto m^2 | U $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ | Pow. okien i drzwi balk. m^2 | U okna $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ | Pow. drzwi m^2 | U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ |
|------|--|----------------------------|---|--|---|----------------------------|--|
| 1 | Ściana zewnętrzna- cegła | 75,03 | 1,398 | 3,32 | 2,10 | 10,73 | 2,60 |
| 2 | Ściana zewnętrzna- pustak | 49,45 | 0,889 | | | | |
| 3 | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- garaż | 63,13 | 0,328 | | | | |
| 4 | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | 35,92 | 2,118 | | | | |
| 5 | Podłoga na gruncie | 83,22 | 0,497 | | | | |

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych | | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|-------|---------------------------|
| 1. | Zamówiona moc cieplna na co | [kW] | - |
| 2. | Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr}) | [kW] | - |
| 3. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na co | [kW] | 12,84 |
| 4. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu | [kW] | 0,22 |
| 5. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 91,62 |
| 6. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | [GJ] | 181,38 |
| 7. | Taryfa opłat (z VAT) | | |
| | opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie | zł/MW | 0,00 |
| | opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika | zł/GJ | 71,51 |
| | opłata abonamentowa miesięcznie | zł | 0,00 |

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---|
| 1. | Typ instalacji | Instalacja wodna, zasilana z kotła z kotła węglowego w szkole. Źródło ciepła w nieogrzewanej piwnicy. |
| 2. | Parametry pracy instalacji | 80/60 |
| 3. | Przewody w instalacji | Stalowe, niezaizolowane |
| 4. | Rodzaje grzejników | Grzejniki aluminiowe |
| 5. | Oslonięcie grzejników | - |
| 6. | Zawory termostatyczne | Nie |
| 7. | Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę | - |
| 8. | Modernizacja instalacji po roku 1984 | - |

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

| Lp | Opis | Wartość współczynnika | |
|----|---|-----------------------|----------------|
| | | | kocioł węglowy |
| 1 | Wytwarzanie ciepła | η_g | 0,82 |
| 2 | Przesyłanie ciepła | η_d | 0,80 |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie | η_e | 0,77 |
| 4 | Akumulacja ciepła | η_s | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$ | η_{tot} | 0,51 |
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | W_t | 1,00 |
| 7 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | W_d | 1,00 |

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|--|
| 1. | Rodzaj instalacji | Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł węglowy. |
| 2. | Piony i ich izolacja | Stalowe, bez izolacji |
| 3. | Opomiarowanie (wodomierze indywidualne) | Brak |

4.g. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

Ogrzewanie wodne dwururowe zasilane z kotła węglowego. Kocioł usytuowany w nieogrzewanym pomieszczeniu kotłowni szkoły. Przewody nieizolowane. Odbiornikami ciepła są grzejniki aluminiowe, niewyposażone w zawory termostatyczne.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | brak wentylacji |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h | 54,00 |

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

| przegroda | U [w/m ² *K] | |
|--|-------------------------|----------|
| | istniejące | wymagane |
| Ściana zewnętrzna- cegła | 1,398 | 0,200 |
| Ściana zewnętrzna- pustak | 0,889 | 0,200 |
| Strop pod nieogrzewanym poddaszem- garaż | 0,328 | 0,150 |
| Strop pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | 2,118 | 0,150 |
| Podłoga na gruncie | 0,497 | 0,300 |

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych odbiegają od zakładanych WT 2021.

5.2. Okna i drzwi

| przegroda | U [W/m ² *K] | |
|------------------|-------------------------|----------|
| | istniejące | wymagane |
| drzwi zewnętrzne | 2,6 | 1,3 |
| okno | 2,1 | 0,9 |

5.3 System grzewczy

Ogrzewanie wodne dwururowe zasilane z kotła węglowego. Kocioł usytuowany w nieogrzewanym pomieszczeniu kotłowni szkoły. Przewody nieizolowane. Odbiornikami ciepła są grzejniki aluminiowe, niewyposażone w zawory termostatyczne.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa zbiorczo przez kocioł węglowy.

5.5 Wentylacja

Brak systemu wentylacji grawitacyjnej.

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

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposób poprawy |
|-----|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | <u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne- ściany zewnętrzne niedocieplone, wartości współczynnika przenikania ciepła odbiegają od WT 2021 | Należy docieplić ściany zewnętrzne, strop pod nieogrzewanym poddaszem. |
| 2 | <u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 2,1 [W/m ² K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 2,6 [W/m ² K] | Należy wymienić okienną i stolarkę drzwiową na nową spełniającą WT2021. Stolarka okienna powinna być wyposażona w nawiewniki higrosterowalne. |
| 3 | <u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja grawitacyjna. | - |
| 4 | <u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł węglowy. | Modernizacja instalacji polegająca zabudowie nowej instalacji, jej izolacji i zmianie źródła ciepła na pompę ciepła powietrze/ woda. |
| 5 | <u>System grzewczy</u> Ogrzewanie wodne dwururowe zasilane z kotła węglowego. Kocioł w nieogrzewanym pomieszczeniu szkoły. Przewody nieizolowane, grzejniki aluminiowe, niewyposażone w zawory termostatyczne. | Modernizacja instalacji polegająca zabudowie nowej instalacji, izolacji, wymianie grzejników na nowe płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne. Montaż nowego źródła ciepła- pompy ciepła powietrze/ woda. |

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

| L.p. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|-------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, dach | Ocieplenie ścian zewnętrznych, stropu pod nieogrzewanym poddaszem. |
| 2 | Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna | Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej. |
| 3 | Zmniejszenie strat na ogrzanie powietrza wentylacyjnego | - |
| 4 | Podwyższenie sprawności instalacji c.o. | Modernizacja instalacji polegająca zabudowaniem instalacji, izolacji, wymianie grzejników na nowe płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne. Montaż nowego źródła ciepła- pompy ciepła powietrze/ woda. |

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

| L.p. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| I | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego | Możliwe obniżenie zużycia ciepła poprzez ocieplenie przegród zewnętrznych i wymianę stolarki okiennej i drzwiowej. |
| II | Usprawnienie dotyczące instalacji c.o. | Modernizacja instalacji polegająca zabudowienowej instalacji, izolacji, wymianie grzejników na nowe płytowe, wyposażone w zawory termostatyczne. Montaż nowego źródła ciepła- pompy ciepła powietrze/ woda. |

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Wyszczególnienie | W stanie obecnym | Po termo-modernizacji | jedn. |
|--|------------------|-----------------------|--------------------|
| t_{wo} | 20,0 | 20,0 | $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{zo} | -20,0 | -20,0 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$ | 3 729 | 3 729 | dzień·K·a |
| Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą | 2 983 | 1 156 | |
| $O_{0m}, O_{1m},$ | 0,00 | 0,00 | zł/(MW·mc) |
| $O_{0z}, O_{1z},$ (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora) | 71,51 | 293,83 | zł/GJ |
| $A_{b0}, A_{b1},$ | 0,00 | 0,00 | zł/m-c |

| 7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|---|---------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | | | Ściana zewnętrzna- cegła | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 75,03 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A_{kosz} | = | 82,53 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany zewnętrznej przy użyciu izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,2 W/m2K | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g= | m | | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 3 | Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | m ² ·K/W | 1,398 | 0,217 | 0,194 | 0,175 |
| 4 | Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _c | GJ/a | 33,80 | 5,30 | 4,70 | 4,20 |
| 5 | q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c | MW | 0,0042 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0005 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m | zł/a | | 2 038,00 | 2 081,00 | 2 117,00 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 480,00 | 528,00 | 580,80 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | | 39 615,84 | 43 577,42 | 47 935,17 |
| 9 | SPBT= N _U /ΔO _{ru} | lata | | 19,44 | 20,94 | 22,64 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : | | 43 577,42 zł | SPBT= 20,94 lat | |

| 7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|--|---------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|----------------------|
| | | | | Ściana zewnętrzna- pustak | | |
| Dane: | | | | | | |
| powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 49,45 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A_{kosz} | = | 54,40 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany zewnętrznej przy użyciu izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,16 | 0,18 | 0,20 |
| 3 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | m ² ·K/W | 0,889 | 0,180 | 0,163 | 0,150 |
| 4 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 14,20 | 2,90 | 2,60 | 2,40 |
| 5 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0018 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/a | | 808,00 | 830,00 | 844,00 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 528,00 | 580,80 | 638,88 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 28 720,56 | 31 592,62 | 34 751,88 |
| 9 | SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 35,55 | 38,06 | 41,18 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu | | | | | | |
| Wybrany wariant :1 | | Koszt : | | 28 720,56 zł | SPBT= 35,55 lat | |

| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- garaż | | |
| Dane: | | | | powierzchnia przegrody do obliczania strat | | |

| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|---|---|-----------------|--|-----------|----------------------|
| | | | | Strop pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | | |
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | A | = | 35,92 m ² |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | | | A _{kosz} | = | 35,92 m ² |
| Opis wariantów usprawnienia | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem przy użyciu izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. | | | | | | |
| Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: | | | | | | |
| wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ | m | | 0,20 | 0,22 | 0,24 |
| 2 | Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji | $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ | 2,118 | 0,162 | 0,148 | 0,136 |
| 3 | $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$ | GJ/a | 24,50 | 1,90 | 1,70 | 1,60 |
| 4 | $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$ | MW | 0,0030 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| 5 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/a | | 1 616,00 | 1 630,00 | 1 638,00 |
| 6 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 512,44 | 563,68 | 620,05 |
| 7 | Koszt realizacji usprawnienia N_U | zł | | 18 406,67 | 20 247,33 | 22 272,06 |
| 8 | SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$ | lata | | 11,39 | 12,42 | 13,60 |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu</p> | | | | | | |
| Wybrany wariant : 2 | | Koszt : 20 247,33 zł | | SPBT= 12,42 lat | | |

| 7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji | | | | Przedsięwzięcie |
|--|---|------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | Wymiana okien |
| <p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 3,32 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$</p> <p>$V_{nom} = \psi = 150 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 54 \text{ m}^3$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> | | | | |
| Lp. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Wariant 1 |
| 1 | Współczynnik przenikania okien U | $\text{W/m}^2\text{K}$ | 2,10 | 0,90 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | C_r | 1,10 | 1,00 |
| | | C_m | 1,20 | 1,00 |
| 3 | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | GJ/a | 2,20 | 1,00 |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 21,70 | 19,70 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 23,90 | 20,70 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,00028 | 0,00012 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,00044 | 0,00037 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,00072 | 0,00049 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$ | zł/rok | | 228,84 |
| 10 | Koszt jednostkowy okien N_{OK} | zł/m ² | | 1 750,00 |
| 11 | Koszt wymiany okien N_{OK} | zł | | 5 810,00 |
| 12 | $SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 25,39 |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu</p> | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt | 5 810,00 zł | SPBT= 25,39 lat |

| 7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji | | | | Przedsięwzięcie |
|---|--|------------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | Wymiana bramy garażowej |
| <p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 10,73 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 150,00 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> | | | | |
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Wariant 1 |
| 1 | Współczynnik przenikania drzwi U | $\text{W/m}^2\text{K}$ | 2,10 | 1,30 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | C_r | 1,30 | 0,85 |
| | | C_m | 1,50 | 1,00 |
| 3 | $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | GJ/a | 7,00 | 4,00 |
| 4 | $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | GJ/a | 21,00 | 14,00 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | GJ/a | 28,00 | 18,00 |
| 6 | $10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | MW | 0,0009 | 0,0006 |
| 7 | $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | MW | 0,0031 | 0,0020 |
| 8 | $q_0, q_1 = (6) + (7)$ | MW | 0,0040 | 0,0026 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$ | zł/rok | | 715,12 |
| 10 | Koszt jednostkowy drzwi N_{dz} | zł/m ² | | 4 746,18 |
| 11 | Koszt wymiany drzwi N_{dz} | zł | | 50 926,51 |
| 12 | $SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$ | lata | | 71,21 |
| <p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ogrzewania 1 m² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu</p> | | | | |
| Wybrany wariant : 1 | | Koszt : | 50 926,51 zł | SPBT= 71,21 lat |

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

Dane: $Q_{ocw} = 2,97 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,000 \text{ MW}$

Opis:

Modernizacja instalacji c.w.u. polegająca na wymianie instalacji. Cwu będzie przygotowywane przez nowe źródło ciepła pompę ciepła powietrze/ woda.

| Lp. | | Jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|--------------|---|--------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$ | MW | 0,0002 | 0,0002 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1}$ cw | GJ/rok | 2,97 | 0,56 |
| 3 | Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$ | zł/a | 172,67 | 133,04 |
| 4 | Roczna opłata stała $O_{0,1z}$ | zł/a | 0,00 | 0,00 |
| 5 | Roczny abonament $A_{b0,1}$ | zł/a | 0,00 | 0,00 |
| 6 | Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$ | zł/a | 172,67 | 133,04 |
| 7 | Różnica | zł/a | | 39,63 |
| 8 | Koszt | zł | | 3 500,00 |
| 9 | SPBT | lat | | 88,31 |
| | | | | |
| KOSZT | | 3 500,00 zł | SPBT | 88,31 lat |

| 7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT | | | |
|---|---|----------------------------|-----------|
| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót, zł | SPBT lata |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | 20 247,33 | 12,42 |
| 2 | Docieplenie ścian zewnętrznych cegła | 43 577,42 | 20,94 |
| 3 | Wymiana stolarki okiennej | 5 810,00 | 25,39 |
| 4 | Docieplenie ścian zewnętrznych pustak | 28 720,56 | 35,55 |
| 5 | Wymiana stolarki drzwiowej | 50 926,51 | 71,21 |
| 6 | Modernizacja c.w.u. | 3 500,00 | 88,31 |
| 7 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż | 24 305,05 | 89,36 |

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

Dane: $Q_{0co} = 92 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła węglowego
- 2 Instalacja stalowa, niezaizolowana
- 3 Grzejniki aluminiowe, niewyposażone w zawory termostaticzne

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację

| lp. | opis | koszt | | |
|-----|---|--------------|-----------|------------------|
| 1 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania poprzez wymianę przewodów, ich izolację oraz montaż grzejników płytowych wraz z zaworami termostaticznymi. | 64 000,00 | | |
| | | koszt | zł | 64 000,00 |

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych

| Lp. | Rodzaj usprawnienia | Współczynniki sprawności | | | |
|-----|---|--------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| | | przed | | po | |
| | Rodzaj systemu zasilania | kocioł węglowy | | pompa ciepła powietrze woda | |
| 1 | sprawność wytwarzania | $\eta_g =$ | 0,82 | $\eta_g =$ | 2,50 |
| 2 | sprawność przesyłu | $\eta_d =$ | 0,80 | $\eta_d =$ | 0,96 |
| 3 | sprawność regulacji i wykorzystania | $\eta_e =$ | 0,77 | $\eta_e =$ | 0,88 |
| 4 | sprawność akumulacji | $\eta_s =$ | 1,00 | $\eta_s =$ | 1,00 |
| 5 | sprawność całkowita systemu | $\eta =$ | 0,51 | $\eta =$ | 2,11 |
| 6 | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | $w_t =$ | 1,00 | $w_t =$ | 1,00 |
| 7 | uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | $w_d =$ | 1,00 | $w_d =$ | 1,00 |

Uzasadnienie przyjętych sprawności

| Opis | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|---|---|
| sprawność wytwarzania ciepła η_g | Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła węglowego | Ogrzewanie zbiorcze zasilane z pompy ciepła powietrze/ woda |
| sprawność przesyłu η_d | Przestrzeń nieogrzewana przewody niezaizolowane | Przestrzeń ogrzewana, przewody zaizolowane |
| sprawność regulacji i wykorzystania η_e | Regulacja centralna | Regulacja centralna, miejscowa |
| sprawność akumulacji η_s | Brak zasobnika | Bez zmian |
| uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d | Brak przerw | Bez zmian |

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

| I.p. | Omówienie | jedn. | Stan istn. | Stan po modern. |
|------|---|--------|------------------|------------------|
| 1 | Obliczeniowa moc cieplna CO | MW | 0,013 | 0,013 |
| 2 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 91,62 | 91,62 |
| 3 | Ogólna sprawność systemu ogrzewania η | - | 0,51 | 2,11 |
| 4 | Obniżenie nocne | - | 1,00 | 1,00 |
| 5 | Obniżenie tygodniowe | - | 1,00 | 1,00 |
| 6 | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 181,38 | 43,38 |
| 7 | Roczna opłata zmienna | zł/rok | 12 970,46 | 10 362,76 |
| 8 | Roczna opłata stała | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| 9 | Roczny abonament | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| 10 | Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 12 970,46 | 10 362,76 |
| 11 | Różnica | zł/rok | | 2 607,70 |
| 12 | Koszt | zł | | 64 000,00 |
| 13 | SPBT | lat | | 24,54 |

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

| Lp | Ulepszenie termomodernizacyjne | Nr wariantu | | | | | | | |
|----|--|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem-biuro | X | X | X | X | X | X | X | |
| 3 | Docieplenie ścian zewnętrznych cegła | X | X | X | X | X | X | | |
| 4 | Wymiana stolarki okiennej | X | X | X | X | X | | | |
| 5 | Docieplenie ścian zewnętrznych pustak | X | X | X | X | | | | |
| 6 | Wymiana stolarki drzwiowej | X | X | X | | | | | |
| 7 | Modernizacja c.w.u. | X | X | | | | | | |
| 8 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż | X | | | | | | | |

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

| Lp. | Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego | Koszt wariantu [zł] |
|-----|--|---------------------|
| 1 | 1+2+3+4+5+6+7+8 | 241 086,88 |
| 2 | 1+2+3+4+5+6+7 | 216 781,83 |
| 3 | 1+2+3+4+5+6 | 213 281,83 |
| 4 | 1+2+3+4+5 | 162 355,32 |
| 5 | 1+2+3+4 | 133 634,76 |
| 6 | 1+2+3 | 127 824,76 |
| 7 | 1+2 | 84 247,33 |
| 8 | 1 | 64 000,00 |

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | c.o. + went. | | | | | | c.w.u. | | | oświetlenie | | Energia pomocnicza | | c.o. + c.w.u.+ośw.+E _{el. pom} | | | Zmiana | |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------|---------------------|--------|---|---|--------------------|---------------------|-----------|
| warianty | q _{co} ¹⁾ | Q _{co} wg obl. 1) | η | w _d *w _t | Q _{co} | Oplata c.o. | q _{cw} ²⁾ | Q _{cw} ²⁾ | Oplata c.w.u. | Q _L | Oplata | E _{el.pom} | Oplata | q _{co} + q _{cw} | Q _{co} + Q _{cw} + Q _L +E _{el. pom} | Oplata c.o.+c.w.u. | ΔQ _{co+cw} | Oszczędn. |
| | MW | GJ/rok | | | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | GJ/rok | zł/rok | GJ/rok | zł/rok | MW | GJ/rok | zł/rok | GJ/rok | zł/rok |
| 1 | 0,004 | 18,08 | 2,11 | 1,00 | 8,56 | 2 045,27 | 0,000 | 0,56 | 133,04 | 2,10 | 502,24 | 0,19 | 45,75 | 0,004 | 11,41 | 2 726,30 | 175,34 | 9 102,34 |
| 2 | 0,005 | 21,40 | 2,11 | 1,00 | 10,13 | 2 420,13 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,20 | 47,39 | 0,005 | 15,40 | 3 679,26 | 171,35 | 8 149,37 |
| 3 | 0,005 | 21,40 | 2,11 | 1,00 | 10,13 | 2 420,13 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,20 | 47,82 | 0,005 | 15,40 | 3 679,69 | 171,35 | 8 148,94 |
| 4 | 0,005 | 25,91 | 2,11 | 1,00 | 12,27 | 2 930,15 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,21 | 49,02 | 0,005 | 17,54 | 4 190,91 | 169,21 | 7 637,73 |
| 5 | 0,006 | 37,40 | 2,11 | 1,00 | 17,71 | 4 230,04 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,23 | 55,73 | 0,007 | 23,01 | 5 497,51 | 163,74 | 6 331,12 |
| 6 | 0,007 | 38,73 | 2,11 | 1,00 | 18,34 | 4 381,07 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,24 | 56,85 | 0,007 | 23,65 | 5 649,66 | 163,10 | 6 178,98 |
| 7 | 0,010 | 69,76 | 2,11 | 1,00 | 33,03 | 7 890,38 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,25 | 59,08 | 0,011 | 38,35 | 9 161,20 | 148,40 | 2 667,44 |
| 8 | 0,013 | 91,62 | 2,11 | 1,00 | 43,38 | 10 362,76 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,30 | 71,81 | 0,013 | 48,75 | 11 646,31 | 138,00 | 182,33 |
| 0-stan istniejący | 0,013 | 91,62 | 0,51 | 1,00 | 181,38 | 10 545,09 | 0,000 | 2,97 | 709,50 | 2,10 | 502,24 | 0,30 | 71,81 | 0,013 | 186,75 | 11 828,64 | | |

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) | Minimalna kwota kredytu *) | | Premia termomodernizacyjna [zł] |
|-----|---|----------------------------|------------------------------------|--|----------------------------|--------|---------------------------------|
| | | zł | zł | % | [zł,%] | | 31% całkowitych kosztów |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 8 |
| 1 | <p>Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż</p> <p>Modernizacja c.w.u.</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych pustak</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych cegła</p> <p>Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p> | 241 086,88 | 9 102,34 | 93,89% | 120 543,44 | 50,00% | 74 736,93 |
| 2 | <p>Modernizacja c.w.u.</p> <p>Wymiana stolarki drzwiowej</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych pustak</p> <p>Wymiana stolarki okiennej</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych cegła</p> <p>Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro</p> <p>Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania</p> | 216 781,83 | 8 149,37 | 91,75% | 108 390,91 | 50,00% | 67 202,37 |

| | | | | | | | |
|---|---|------------|----------|--------|------------|--------|-----------|
| 3 | Wymiana stolarki drzwiowej | | | | | | |
| | Docieplenie ścian zewnętrznych pustak | | | | | | |
| | Wymiana stolarki okiennej | | | | | | |
| | Docieplenie ścian zewnętrznych cegła | 213 281,83 | 8 148,94 | 91,75% | 106 640,91 | 50,00% | 66 117,37 |
| | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro | | | | | | |
| | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---|------------|----------|--------|-----------|--------|-----------|
| 4 | Docieplenie ścian zewnętrznych pustak Wymiana stolarki okiennej Docieplenie ścian zewnętrznych cegła Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 162 355,32 | 7 637,73 | 90,61% | 81 177,66 | 50,00% | 50 330,15 |
| 5 | Wymiana stolarki okiennej Docieplenie ścian zewnętrznych cegła Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 133 634,76 | 6 331,12 | 87,68% | 66 817,38 | 50,00% | 41 426,77 |
| 6 | Docieplenie ścian zewnętrznych cegła Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 127 824,76 | 6 178,98 | 87,34% | 63 912,38 | 50,00% | 39 625,67 |
| 7 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 84 247,33 | 2 667,44 | 79,46% | 42 123,67 | 50,00% | 26 116,67 |
| 8 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 64 000,00 | 182,33 | 73,89% | 32 000,00 | 50,00% | 19 840,00 |
| *) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy. | | | | | | | |

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- 2 Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem- biuro
- 3 Docieplenie ścian zewnętrznych cegła
- 4 Wymiana stolarki okiennej
- 5 Docieplenie ścian zewnętrznych pustak
- 6 Wymiana stolarki drzwiowej
- 7 Modernizacja c.w.u.
- 8 Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 93,89%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócić do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych. Optymalnym są również wszystkie koszty związane z pracami odtworzeniowymi tak jak obróbki blacharskie, opaski wokół budynku, odwodnienia. W przypadku prac związanych z elektryką kwalifikowanymi są również koszty związane z modernizacją wewnętrznej instalacji elektrycznej.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania poprzez zabudowę nowej instalacji, izolację przewodów oraz montaż grzejników płytowych wraz z zaworami termostatycznymi.
2. Ocieplenie ścian zewnętrznych cegła izolacją termiczną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$, o grubości co najmniej 16 cm,
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych pustak izolacją termiczną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$, o grubości co najmniej 16 cm,
4. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż izolacją termiczną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$, o grubości co najmniej 14 cm,
5. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem biuro izolacją termiczną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$, o grubości co najmniej 22cm,
6. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U=2,1 [\text{W/m}^2\text{K}]$ na nową o współczynniku przenikania $U= 0,9 [\text{W/m}^2\text{K}]$,
7. Wymiana stolarki drzwiowej i bramowej o współczynniku przenikania $U=2,6 [\text{W/m}^2\text{K}]$ na nową o współczynniku przenikania $U= 1,3 [\text{W/m}^2\text{K}]$,
8. Modernizacja instalacji c.w.u. polegająca na wymianie instalacji. Cwu będzie przygotowywane przez nowe źródło ciepła pompę ciepła powietrze/ woda.
9. Montaż paneli fotowoltaicznych o mocy 3,60 kW raz z magazynem energii o pojemności 3,0 kWh.

Niezbędne i wymagalne są prace odtworzeniowe tj. obróbki blacharskie, opaska wokół budynku, odwodnienie. W przypadku prac związanych z elektryką kwalifikowanymi są również koszty związane z modernizacją wewnętrznej instalacji elektrycznej.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Opis | Obmiar | Cena jedn. | Koszt całkowity |
|-----|--|-----------------------|-----------------------------|-------------------|
| | | m ² / szt. | zł/m ² , zł/szt. | zł |
| 1 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | - | - | 64 000,00 |
| 2 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem-biuro | 35,92 | 563,68 | 20 247,33 |
| 3 | Docieplenie ścian zewnętrznych cegła | 82,53 | 528,00 | 43 577,42 |
| 4 | Wymiana stolarki okiennej | 3,32 | 1 750,00 | 5 810,00 |
| 5 | Docieplenie ścian zewnętrznych pustak | 54,40 | 528,00 | 28 720,56 |
| 6 | Wymiana stolarki drzwiowej | 10,73 | 4 746,18 | 50 926,51 |
| 7 | Modernizacja c.w.u. | - | - | 3 500,00 |
| 8 | Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem garaż | 63,13 | 385,00 | 24 305,05 |
| 9 | Montaż fotowoltaiki o mocy 3,30 kW wraz z magazynem energii o mocy 3,0 kWh | - | - | 38 850,00 |
| | | | SUMA | 279 936,88 |

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

| | |
|--|----------------------|
| Kalkulowany koszt robót wyniesie: | 279 936,88 zł |
| Przewidywana premia termomodernizacyjna: | 74 737 zł |
| Czas zwrotu nakładów SPBT | 24,48 zł lat |

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

| | |
|-------------|---|
| Załącznik 1 | Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie |
| Załącznik 2 | Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu |
| Załącznik 3 | Obliczenie opłat za zużycie ciepła |
| Załącznik 4 | Zestawienie wymienianych źródeł światła oświetlenia wewnętrznego |
| Załącznik 5 | Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej wraz z magazynem energii |
| Załącznik 6 | Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji |

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO**

| Wariant | Zapotrzebowanie | |
|---------------------|-----------------|--------|
| | MW | GJ/rok |
| 1 | 0,0041 | 18,08 |
| 2 | 0,0045 | 21,40 |
| 3 | 0,0045 | 21,40 |
| 4 | 0,0051 | 25,91 |
| 5 | 0,0065 | 37,40 |
| 6 | 0,0067 | 38,73 |
| 7 | 0,0103 | 69,76 |
| 8 | 0,0128 | 91,62 |
| 0 - stan istniejący | 0,0128 | 91,62 |

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Charakterystyka systemu | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|---|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (3) |
| ciepło właściwe wody c_w | $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{dK})$ | 4,19 | 4,19 |
| gęstość wody ρ | kg/m^3 | 1000 | 1000 |
| jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} | $\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{dzień})$ | 0,35 | 0,35 |
| powierzchnia ogrzewana A_f | m^2 | 58,40 | 58,40 |
| temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw} | $^{\circ}\text{C}$ | 55 | 55 |
| temperatura wody przed podgrzaniem θ_0 | $^{\circ}\text{C}$ | 10 | 10 |
| współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R | - | 0,7 | 0,7 |
| liczba dni w roku t_R | dzień | 365 | 365 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot L\cdot c_w\cdot \rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_t\cdot t_{uz}/(1000\cdot 3600)$ | kWh/rok | 273,50 | 273,50 |
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$ | - | 0,65 | 2,60 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$ | - | 0,60 | 0,80 |
| sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew} | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność akumulacji η_{sw} | - | 0,85 | 0,85 |
| sprawność całkowita η_w | - | 0,332 | 1,768 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$ | kWh/a | 825,00 | 154,70 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$ | GJ/a | 2,97 | 0,56 |

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|---|-------------------|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| Ilość użytkowników | os. | 5 | 5 |
| Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw} | l | 15 | 15 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ | m ³ /h | 0,004 | 0,004 |
| Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$ | - | 6,293 | 6,293 |
| Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$ | GJ/m ³ | 0,189 | 0,189 |
| Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$ | kW | 1,37 | 1,37 |
| Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | kW | 0,22 | 0,22 |

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- ogrzewanie zasilane z kotła węglowego

Przed modernizacją

| | | Ceny bez VAT | Ceny z VAT 23% |
|--|--------------|--------------|----------------|
| | | | |
| Opłata zmienna za ciepło- kocioł węglowy | zł/GJ | 58,14 | 71,51 |
| Razem opłata zmienna | zł/GJ | 58,14 | 71,51 |

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej netto 0,860 zł/kWh

Po modernizacji

- ogrzewanie zasilane z pompy ciepła powietrze/ woda

| | | Ceny bez VAT | Ceny z VAT 23% |
|--|--------------|---------------|----------------|
| | | | |
| Opłata zmienna za ciepło- pompa ciepła | zł/GJ | 238,89 | 293,83 |
| Razem opłata zmienna | zł/GJ | 238,89 | 293,83 |

Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej wraz z magazynem energii

Dane wyjściowe:

| | |
|--|---------------|
| 1. Średnioroczne zużycie energii na potrzeby obiektu | 316,00 kWh |
| 2. Średniomiesięczne zużycie energii elektrycznej | 26,33 kWh |
| 3. Roczny koszt energii elektrycznej | 271,76 zł/rok |

Założenia:

| | | |
|------------------------|-------------|--|
| Moc instalacji | 3,30 | kW |
| Stacja meteorologiczna | Częstochowa | Koszt energii elektrycznej 0,86 zł/kWh |

| Miesiąc | Suma całkowitego natężenia promieniowania | Liczba godzin słonecznych na dobę | Liczba godzin słonecznych w miesiącu | Średnie natężenie promieniowania w miesiącu | | | Uzysk energetyczny z instalacji |
|---------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--------------|--------|---------------------------------|
| | Wh/m2 | h | | W/m2 | przedział | kWh/m2 | kWh |
| 1 | 33230 | 3 | 51,9 | 640,27 | okres zimowy | 31,57 | 83,34 |
| 2 | 52059 | 3,9 | 77,4 | 672,60 | | 49,46 | 130,56 |
| 3 | 80365 | 5,8 | 153,8 | 522,53 | | 76,35 | 201,56 |
| 4 | 119693 | 7,1 | 188,1 | 636,33 | okres letni | 113,71 | 300,19 |
| 5 | 146003 | 7,9 | 207,1 | 704,99 | | 138,70 | 366,18 |
| 6 | 131387 | 8,8 | 240,7 | 545,85 | | 124,82 | 329,52 |
| 7 | 150634 | 8,4 | 238,1 | 632,65 | | 143,10 | 377,79 |
| 8 | 125146 | 8,1 | 233,6 | 535,73 | | 118,89 | 313,87 |
| 9 | 99046 | 6,7 | 175,1 | 565,65 | okres zimowy | 94,09 | 248,41 |
| 10 | 71325 | 5,4 | 139,5 | 511,29 | | 67,76 | 178,88 |
| 11 | 41375 | 3,7 | 71,8 | 576,25 | | 39,31 | 103,77 |
| 12 | 32264 | 2,8 | 39,6 | 814,75 | | 30,65 | 80,92 |
| | | | | | | | 2 714,98 |
| | | | | | | | 2,71 MWh |

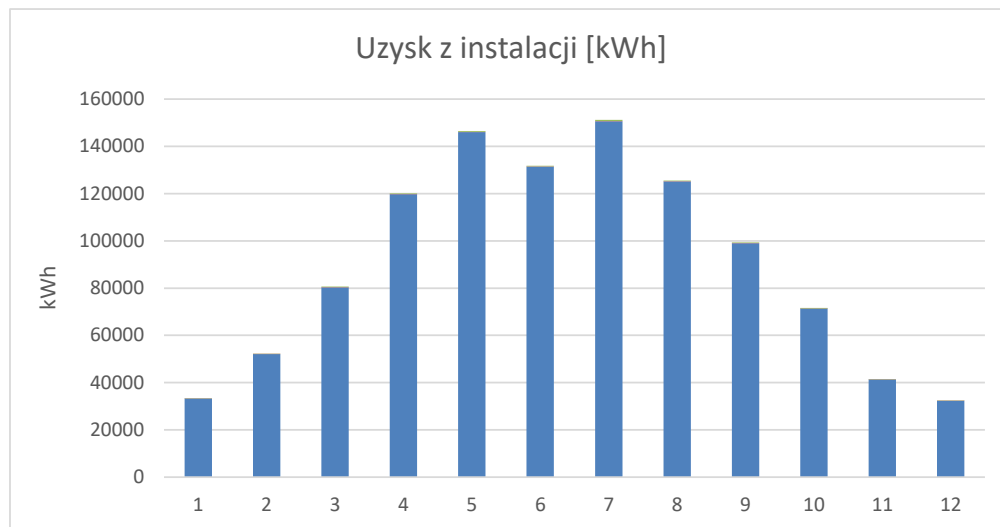
Do instalacji o mocy 3,30 kW projektuje się magazyn energii o pojemności 3 kWh.

| | | |
|--|---------|-----|
| Pojemność akumulatorów | 3,00 | kWh |
| Wytworzona energia elektryczna | 2714,98 | kWh |
| Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej | 80,00 | % |
| Roczne magazynowanie energii elektrycznej | 2171,98 | kWh |
| Sprawność magazynowania | 75,00 | % |
| Roczne straty akumulacji energii elektrycznej | -543,00 | kWh |

| | | |
|------------------------|--------------------|--------|
| Koszt instalacji PV | 14 850,00 | zł |
| Koszt magazynu energii | 24 000,00 | zł |
| Oszczędność kosztów | 2 334,88 zł | zł/rok |
| Okres zwrotu | 16,64 | Lat |

Średnioroczna ilość energii wyprodukowana przez instalację PV

kWh 2 714,98



Przedmiotem opracowania jest budowa elektrowni słonecznej o mocy 3,3 kW w oparciu o baterie fotowoltaiczne wraz z magazynem energii o pojemności 3,0 kWh.

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołu modułów fotowoltaicznych tworzących baterie. Zainstalowane baterie będą współpracowały z inwerterem o łącznej maksymalnej mocy 3,3 kW. Energia elektryczna produkowana przez elektrownię będzie dostarczana do instalacji wewnętrznej budynku.

W oparciu o wyniki analizy porównawczej proponuje się następujące parametry minimalne instalacji:

| | |
|---|------------------|
| Montaż: | Dach budynku |
| Wielkość generatora: | 3,30 KWp |
| Moduł fotowoltaiczny: | 6x550 W |
| Rodzaj panelu: | monokrystaliczne |
| Konstrukcja wsporcza: | komplet |
| Orientacja dachu: | Południe |
| Typ falownika: | trójfazowy |
| Instalacja elektryczna: | komplet |
| Magazyn energii: | litowo-jonowy |
| Pojemność magazynu energii: | 3,0 kWh |
| Sprawność magazynowania | 75% |
| Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej: | 80% |

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem-biurowym
- Docieplenie ścian zewnętrznych cegłą
- Wymiana stolarki okiennej
- Docieplenie ścian zewnętrznych pustakami
- Wymiana stolarki drzwiowej
- Modernizacja c.w.u.
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem ()

Koszt modernizacji:

241 086,88 zł

- Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii

38 850,00 zł**Razem****279 936,88 zł**

Przewiduje się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

| Efekt energetyczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji |
|--|-----|--------------------|-----------------|
| Zapotrzebowanie na energię cieplną | GJ | 184,35 | 0,00 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 |
| Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu | MWh | 51,87 | 3,17 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00 | 2,71 |
| Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu | MWh | 51,87 | 3,17 |
| Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji | | | 93,89% |

Efekt ekologiczny

| Paliwo | Wartość opałowa | Wskaźnik emisji CO2 |
|---------------------|-----------------|---------------------|
| | MWh/Mg | Mg/MWh |
| Energia elektryczna | - | 0,708 |
| Węgiel kamienny | | 0,347 |

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|--|-----------|--------------------|-----------------|------------------|
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja CO2 dla energii ciepłej | MgCO2/rok | 17,77 | 0,00 | 17,77 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja CO2 dla energii elektrycznej | MgCO2/rok | 0,47 | 2,24 | -1,77 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00 | 2,71 | -2,71 |
| Uniknięta emisja CO2 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | MgCO2/rok | 0,00 | 1,92 | -1,92 |
| Redukcja emisji CO2 do atmosfery | | | 98,23% | 17,92 |
| | | | | MgCO2/rok |

Redukcja pyłów zawieszonych

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|---|------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| Zapotrzebowanie na energię cieplną | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja pyłu zawieszonego dla energii cieplnej | Mg/rok | 0,08849 | 0,00000 | 0,08849 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja pyłu zawieszonego dla energii elektrycznej | Mg/rok | 0,00001 | 0,00007 | -0,00006 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00 | 2,71 | -2,71 |
| Uniknięta emisja PM10 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | MgPM10/rok | 0,00000 | 0,00006 | -0,000060 |
| Redukcja emisji pyłu zawieszonego atmosfery | | | 99,99% | 0,08849 |
| | | | | MgPM10/rok |

Redukcja PM 10

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|---|------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| Zapotrzebowanie na energię cieplną | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja PM10 dla energii cieplnej | Mg/rok | 0,07872 | 0,00000 | 0,07872 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja PM10 dla energii elektrycznej | Mg/rok | 0,00001 | 0,00005 | -0,00004 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00 | 2,71 | -2,71 |
| Uniknięta emisja PM10 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | MgPM10/rok | 0,00000 | 0,00004 | -0,000040 |
| Redukcja emisji PM10 do atmosfery | | | 99,99% | 0,07872 |
| | | | | MgPM10/rok |

Redukcja PM 2,5

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|--|--------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Zapotrzebowanie na energię cieplną | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja PM2,5 dla energii cieplnej | Mg/rok | 0,06102 | 0,00000 | 0,06102 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja PM2,5 dla energii elektrycznej | Mg/rok | 0,00000 | 0,00002 | -0,00002 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00000 | 2,71 | -2,71498 |
| Uniknięta emisja PM2,5 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | Mg/rok | 0,00000 | 0,00002 | -0,00002 |
| Redukcja emisji PM2,5 do atmosfery | | | 100,00% | 0,061020 |
| | | | | MgPM2,5/rok |

Redukcja Benzo(a)pirenów

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|--|-----------|--------------------|-----------------|------------------|
| Zapotrzebowanie na energię cieplną | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja BaP dla energii cieplnej | Mg/rok | 0,0000516 | 0,0000000 | 0,0000516 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja BaP dla energii elektrycznej | MgBaP/rok | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00000 | 2,71 | -2,71498 |
| Uniknięta emisja BaP dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | Mg/rok | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Redukcja emisji BaP do atmosfery | | | 99,99% | 0,00005 |
| | | | | MgBaP/rok |

Redukcja SO₂

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|--|------------------------|--------------------|-----------------|---|
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja SO ₂ dla energii ciepłej | Mg/rok | 0,10323 | 0,00000 | 0,10323 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja SO ₂ dla energii elektrycznej | MgSO ₂ /rok | 0,00034 | 0,00160 | -0,00126 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00000 | 2,71 | -2,71498 |
| Uniknięta emisja SO ₂ dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | Mg/rok | 0,00000 | 0,00137 | -0,00137 |
| Redukcja emisji SO₂ do atmosfery | | | 99,78% | 0,10334 MgSO₂/rok |

Redukcja NOx

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|--|-----------|--------------------|-----------------|------------------------------|
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja NOx dla energii ciepłej | Mg/rok | 0,03134 | 0,00000 | 0,03134 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja NOx dla energii elektrycznej | MgNOx/rok | 0,00034 | 0,00160 | -0,00126 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00000 | 2,71 | -2,71498 |
| Uniknięta emisja NOx dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | Mg/rok | 0,00000 | 0,00137 | -0,00137 |
| Redukcja emisji NOx do atmosfery | | | 99,27% | 0,03144 MgNOx/rok |

Redukcja CO

| Efekt ekologiczny | | Przed Modernizacją | Po Modernizacji | Oszczędność |
|---|----------|--------------------|-----------------|-----------------------------|
| Zapotrzebowanie na energię ciepłą | GJ | 184,35 | 0,00 | 184,35 |
| | MWh | 51,21 | 0,00 | 51,21 |
| Emisja CO dla energii ciepłej | MgCO/rok | 0,92910 | 0,00000 | 0,92910 |
| Zapotrzebowanie na energię elektryczną | MWh | 0,67 | 3,17 | -2,50 |
| Emisja CO dla energii elektrycznej | MgCO/rok | 0,00016 | 0,00075 | -0,00059 |
| Produkcja energii elektrycznej z paneli PV | MWh | 0,00000 | 2,71 | -2,71498 |
| Uniknięta emisja CO dla produkcji z paneli fotowoltaicznych | Mg/rok | 0,00000 | 0,00064 | -0,00064 |
| Redukcja emisji CO do atmosfery | | | 99,99% | 0,92915 MgCO/rok |

| | Przed | Po | Oszczędność | |
|---|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną | 57 996,55 | 1 137,85 | 56 858,70 | kWh/rok |
| Stopień redukcji CO₂ | 18,24 | 0,32 | 17,92 | MgCO₂/rok |
| Stopień redukcji pyły zawieszony | 0,08850 | 0,00007 | 0,08843 | Mg/rok |
| Stopień redukcji PM₁₀ | 0,078730 | 0,000010 | 0,078720 | Mg/rok |
| Stopień redukcji PM_{2,5} | 0,061020 | 0,000000 | 0,061020 | Mg/rok |
| Stopień redukcji BaP | 0,00005 | 0,00000 | 0,0000516 | Mg/rok |
| Stopień redukcji SO₂ | 0,10357 | 0,00023 | 0,10334 | Mg/rok |
| Stopień redukcji NO_x | 0,03168 | 0,00023 | 0,03144 | Mg/rok |
| Stopień redukcji CO | 0,92926 | 0,00011 | 0,92915 | Mg/rok |
| Efekt energetyczny | | 93,89% | | |
| Całkowity koszt modernizacji | | 279 936,88 | | zł |

WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTIMALNEGO WARIANTU CIEPLNEGO

ZAŁOŻENIA DO EMISJI- WĘGIEL KAMIENNY

| Zanieczyszczenie | Wskaźniki emisji | |
|--------------------------------|------------------|-----------------|
| | miano | Węgiel kamienny |
| Pył zawieszony całkowity (TSP) | g/GJ | 480,00 |
| Pył PM 10 | g/GJ | 427,00 |
| Pył PM 2,5 | g/GJ | 331,00 |
| SO ₂ | g/GJ | 560,00 |
| NO _x | g/GJ | 170,00 |
| CO | g/GJ | 5040,00 |
| Benzo(a)piren | g/GJ | 0,28000 |

Przy szacowaniu wskaźników dot. redukcji emisji CO₂ oraz redukcji emisji PM₁₀ korzystano z opracowań Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE):

· "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2021 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024"

· „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022 ”

· „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2021 rok (grudzień 2022 r.)”

W przypadku zastosowania opracowań, w których ujęto jedynie pyły całkowite (TSP) należy przyjąć, że w ilości pyłów całkowitych (TSP) znajduje się 73,56% pyłów PM₁₀.

Współczynnik emisji dla Elektrowni wg KOBIZE

| Zanieczyszczenie | Wartość wskaźnika |
|-------------------|-------------------|
| | kg/MWh |
| CO ₂ | 708 |
| SO ₂ | 0,505 |
| NO _x | 0,505 |
| CO | 0,237 |
| pyły zawieszone | 0,022 |
| PM ₁₀ | 0,016 |
| PM _{2,5} | 0,006 |
| Benzo(a)piren | 0,000 |