

**Audyt energetyczny hali D1   
Instytutu Transportu Samochodowego**

**przy ul. Jagiellońskiej 80**

**w Warszawie**

****

|  |  |
| --- | --- |
| **Zamawiający:** | Instytut Transportu Samochodowego  ul. Jagiellońska 80  03-301 Warszawa |
| **Wykonawca:** | Kancelaria Audytorska  ul. Rodzinna 4  05-200 Nowe Lipiny |
| **Opracowali:** | inż. Katarzyna Lonc  mgr inż. Agnieszka Orłowska  mgr inż. Paweł Filaber |
| **Data wykonania:** | 29.12.2017r. |

# Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. Dane identyfikacyjne budynku** | | | | | | | | | |
| **1.1 Rodzaj budynku** | | | Budynek użyteczności publicznej | | | **1.2 Rok budowy** | | | 1971 |
| **1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL\*)** | | | Instytut Transportu Samochodowego  ul. Jagiellońska 80  03-301 Warszawa | | | **1.4 Adres budynku** | ul. Jagiellońska 80  03-301 Warszawa | | |
| **2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:** | | | | | | | | | |
| Kancelaria Audytorska REGON: 140756850,  adres rejestracyjny: ul. Rodzinna 4, 05-200 Nowe Lipiny;  siedziba firmy: ul. gen. Ignacego Prądzyńskiego 31, 05-200 Wołomin | | | | | | | | | |
| **3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:** | | | | | | | | | |
| mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądzyńskiego 31, 05-200 Wołomin  tel. +48 506 073 950, email: kontakt@kancelariaaudytorska.pl  www.kancelariaaudytorska.pl  UPR. Nr 703/CE-WSEiZ, audytor energetyczny nr ZAE 1420 | | | | | | | | | |
| **4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:** | | | | | | | | | |
| **Lp.** | **Imię i nazwisko** | | | | **Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:** | | | | |
| 1. | mgr inż. Agnieszka Orłowska | | | | Obliczenia, opracowanie wyników | | | | |
| 2. | inż. Katarzyna Lonc | | | | Obliczenia OZC, opracowanie wyników | | | | |
| **5. Miejscowość:** | | **Wołomin** | | **Data wykonania opracowania:** | | | | **29.12.2017r** | |
| Spis treści:  [1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku 1](#_Toc502326916)  [2 Karta audytu energetycznego budynku1) 2](#_Toc502326917)  [3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora 5](#_Toc502326918)  [4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego 8](#_Toc502326919)  [5 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 12](#_Toc502326920)  [6 Załączniki do audytu 27](#_Toc502326921) | | | | | | | | | |

# Karta audytu energetycznego budynku1)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. Dane ogólne** | | | | **Stan przed termomodernizacją** | **Stan po termomodernizacji** | |
| 1. | Konstrukcja / technologia budynku | | | Szkieletowa żelbetowa | Szkieletowa żelbetowa | |
| 2. | Liczba kondygnacji | | | 1 | 1 | |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m3] | | | 3 795,80 | 3 795,80 | |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m2] | | | 884,85 | 884,85 | |
| 5. | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m2] | | | 0,00 | 0,00 | |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2] | | | 884,85 | 884,85 | |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | | | - | - | |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | | | 10 | 10 | |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | węzeł cieplny | węzeł cieplny | |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | | | Instalacja tradycyjna stalowa rurowa, grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych | Instalacja tradycyjna stalowa rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi | |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | | | 0,68 | 0,68 | |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | | | - | - | |
| **2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m2K)** | | | | | | |
| 1. | Drzwi zewnętrzne | | | 2,100 | 1,300 | |
| 2. | Okno zewnętrzne | | | 2,700 | 0,900 | |
| 3. | Okno zewnętrzne | | | 2,000 | 0,900 | |
| 4. | Podłoga na gruncie | | | 0,630 | 0,630 | |
| 5. | Stropodach | | | 1,587 | 0,140 | |
| 6. | Ściana cokołowa | | | 0,747 | 0,190 | |
| 7. | Ściana zewnętrzna świetlik | | | 1,384 | 0,193 | |
| 8. | Ścian zewnętrzna podłużna | | | 1,229 | 0,190 | |
| 9. | Ścian zewnętrzna szczytowa | | | 0,580 | 0,194 | |
| **3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu** | | | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | | | 0,91 | 0,98 | |
| 2. | Sprawność przesyłania | | | 0,96 | 0,96 | |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | | | 0,77 | 0,99 | |
| 4. | Sprawność akumulacji | | | 1,00 | 1,00 | |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | | | 1,00 | 1,00 | |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | | | 1,00 | 1,00 | |
| **4. Sprawności składowe systemu przygotowania cieplej wody użytkowej** | | | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | | | 0,97 | 0,97 | |
| 2. | Sprawność przesyłania | | | 0,60 | 0,80 | |
| 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) | | | grawitacyjna | grawitacyjna | |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | | | Okna/ kanały wentylacyjne | Okna/ kanały wentylacyjne | |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego[m3/h] | | | 260 | 200 | |
| 4. | Liczba wymian powietrza [1/h] | | | 0,07 | 0,05 | |
| **6. Charakterystyka energetyczna budynku** | | | | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW] | | | 148,75 | 62,79 | |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW] | | | 0,20 | 0,20 | |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | | | 1 053,56 | 327,90 | |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | | | 1 566,23 | 352,05 | |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | | | 17,35 | 13,01 | |
| 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)] | | | 331 | 103 | |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)] | | | 492 | 111 | |
| 10.2) | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | | | - | - | |
| **7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)** | | | | | | |
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku3) [zł/GJ] | | | 43,70 | 43,70 | |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc4) [zł/(MW m-c)] | | | 7934,21 | 7934,21 | |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m3 ciepłej wody użytkowej3) [zł/m3 ] | | | 6,88 | 5,20 | |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc4) [zł/(MW m-c)] | | | 7934,21 | 7934,21 | |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)] | | | 7,78 | 2,01 | |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | | | 0,00 | 0,00 | |
| 7. | Inne [zł] | | | - | - | |
| **8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego** | | | | | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | | 887 582,75 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | | | 76,9% |
| Planowane koszty całkowite [zł]5) | | 887 582,75 | Premia termomodernizacyjna [zł] | | | n/d |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | | 61 435,70 |  | | |  |

1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla

każdej części budynku.

2) 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.

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

5) koszty nie uwzględniają wykonania instalacji fotowoltaicznej.

\*) Strumień powietrza wentylacyjnego policzony w załączniku nr 1.

\*\*) Zużycie CWU wyliczono w załączniku nr 2. Wartość zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody wykorzystano jedynie do obliczenia procentowej oszczędności zużycia ciepła na cele co i cwu w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych.

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

## Cel pracy

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

* ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
* ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
* propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
* procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

## Dokumentacja projektowa

* Inwentaryzacja ogólnobudowlana budynku.
* Inwentaryzacja audytorska wykonana na potrzeby opracowania.

## Inne dokumenty:

* aktualne ceny nośnika energii,
* dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji , itp.
* wizja lokalna,
* obowiązujące normy i rozporządzenia:
* Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz.1200 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.151)
* Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. tekstu jednolitego Dz.U.2016 poz.290, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2016 poz.961).
* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2015, poz.1422).
* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 poz.462, z późn. zmianami opublikowanymi   
  w Dz.U.2013 poz.762 i Dz.U.2015 poz.1554), w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12.
* Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2014 poz.712, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2016 poz.615)
* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.
* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r.   
  w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz.376)
* PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny   
  i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
* PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
* PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
* PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
* PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
* Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

## Wizja lokalna

Grudzień 2017r.

## Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Zakłada się realizację inwestycji ze środków własnych. Poziom dofinansowania zostanie określony po ostatecznym zaakceptowaniu zakresu prac termomodernizacyjnych.

## Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu:

* Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
* Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
* Ocieplenie stropodachu
* Ocieplenie ścian zewnętrznych
* Wymiana okien
* Wymiana drzwi zewnętrznych
* Należy obniżyć koszty ogrzewania budynku
* Należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych mających zacząć obowiązywać w 2021 roku.

# Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

## Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

## Konstrukcja budynku

Budynek posiada jedną kondygnację, niepodpiwniczony. Konstrukcja hali szkieletowa w układzie trójnawowym oparta na siatce słupów z nawą, środkowa podwyższona w kształcie świetlika kalenicowego. Żelbetowa konstrukcja słupów i podbiegów w układzie podłużnym oraz ramki świetlika w układzie poprzecznym żelbetowe. Ściany podłużne wykonane z prefabrykatów gazogipsowych, ściany szczytowe z gazobetonu.

## Stolarka okienna i drzwiowa

Okna drewniane oraz PCV w większości w bardzo złym stanie technicznym, o wysokim współczynniku przenikania ciepła. Drzwi zewnętrzne aluminiowe. Współczynniki przenikania ciepła dla okien i drzwi zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących, dlatego zasadność ich wymiany zostanie przeanalizowana w audycie.

## Wentylacja

Wentylacja realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez rozszczelnienie drzwi i okien.

## Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest dwufunkcyjny węzeł ciepłowniczy zasilany z sieci ciepłowniczej.

## Instalacja centralnego ogrzewania

W budynku występuje instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym, systemu otwartego. Instalacja wymaga modernizacji. W systemie występują grzejniki płytowe, aluminiowe bez zaworów termostatycznych.

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Opis | Ozn. | Wartości współczynników sprawności |
| 1 | Sprawność wytwarzania ciepła | ηg | 0,91 |
| 2 | Sprawność regulacji i wykorzystania | ηe | 0,77 |
| 3 | Sprawność przesyłu ciepła | ηd | 0,96 |
| 4 | Sprawność akumulacji ciepła | ηs | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu ηg∙ηd∙ηe∙ηs = | η | 0,67 |
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | wt | 1,00 |
| 7 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | wd | 1,00 |

## Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w dwufunkcyjnym węźle ciepłowniczym.

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Opis | Ozn. | Wartości współczynników sprawności |
| 1 | Sprawność wytwarzania ciepła | ηg | 0,97 |
| 2 | Sprawność przesyłu ciepłej wody | ηd | 0,60 |
| 3 | Sprawność akumulacji | ηe | 1,00 |
| 4 | Sprawność sezonowa wykorzystania | ηs | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu ηg∙ηd∙ηe∙ηs = | η | 0,58 |

## Pozostałe instalacje

Budynek wyposażony jest ponadto w instalacje elektryczne, zimnej wody, kanalizacji i gazowa.

## Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby c.o.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia” i rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej z dnia 8 listopada 2008r. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.9 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury (załącznik 4). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik 1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”. Doobliczeń przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego proponowany w normie PN-EN 12831. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.9Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 4).

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

1. PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
3. „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.
4. „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej”.

## Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego dla całego budynku.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Obliczeniowa moc systemu grzewczego | MW | 0,1487 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co | GJ/rok | 1 053,56 |
| Ogólna sprawność systemu | % | 67,27 |
| Obniżenie nocne | % | 100,00 |
| Obniżenie tygodniowe | % | 100,00 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 566,23 |

## Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg stawek lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Oz\* | zł/GJ | 43,70 |
| Om\*\* | zł/MW/mc | 7 934,21 |
| Ab | zł/mc | 0,00 |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | MW | 0,15 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 566,23 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 68 447,29 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 14 162,48 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 82 609,76 |
| ***\**)  -** opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii  ***\*\**)  -** stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii | | |

## Roczny koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Oz\* | zł/GJ | 43,70 |
| Om\*\* | zł/mc | 7 934,21 |
| Ab0 | zł/mc | 0,00 |
| Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej | MW | 0,000 |
| Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/rok | 17,35 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 758,12 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 19,39 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody | zł/rok | 777,51 |
| *\*)* - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii  *\*\*)* - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii | | |

## Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 82 609,76 |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej | zł/rok | 777,51 |
| Roczny koszt sumaryczny | zł/rok | 83 387,27 |

# Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

* Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
* Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde uprawnienie bez uwzględniania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.
* Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego, w przypadku rozpatrywania modernizacji instalacji c.o..
* Uwzględnianie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego w zestawieniu optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.
* Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
* Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych.
* Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

## Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Opis | Jednostki | Wartości |
| tW0  w pomieszczeniach ogrzewanych\* | 0C | 20 |
| tW0  na klatce schodowej | 0C | 8 |
| tZ0 | 0C | -20 |
| Sd | dzień\*K/a | 3 686 |
| Centralne ogrzewanie | | |
| Om0 | zł/MW/m-c | 7 934,21 |
| Oz0 | zł/GJ | 43,70 |
| Ab0 | zł/m-c | 0,00 |
| Ciepła woda użytkowa | | |
| Om0 | zł/MW/m-c | 7 934,21 |
| Oz0 | zł/GJ | 43,70 |
| Ab0 | zł/m-c | 0,00 |

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

\* -Przyjęto temperaturę w łazienkach taką jak pozostałych pomieszczeniach ogrzewanych gdyż stanowią one niewielki procent w całej kubaturze ogrzewanej budynku.

\*\* - przyjęto zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury „o warunkach, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.

## Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się między innymi wymianę pionów i poziomów instalacji, montaż zaworów podpionowych i odpowietrzających, izolację przewodów w pomieszczeniach nieogrzewanych, wymianę starych grzejników na nowe płytowe, montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach oraz zastosowanie neuroregulatora.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Opis | Jedn. | Przed modernizacją | Po modernizacji |
| Moc zamówiona | MW | 0,1487 | 0,1487 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 1 054 | 1 054 |
| Sprawność wytwarzania ηH,g | - | 0,91 | 0,98 |
| Sprawność regulacji i wykorzystania ηH,d | - | 0,77 | 0,99 |
| Sprawność przesyłu ηH,e | - | 0,96 | 0,96 |
| Sprawność akumulacji ηH,s | - | 1,00 | 1,00 |
| Ogólna sprawność systemu ogrzewania ƞ | - | 0,67 | 0,93 |
| Obniżenie nocne | - | 1,00 | 1,00 |
| Obniżenie tygodniowe | - | 1,00 | 1,00 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 566 | 1 131 |
| Oz | zł/GJ | 43,70 | 43,70 |
| Om | zł/MW/m-c | 7 934,21 | 7 934,21 |
| A | zł | 0,00 | 0,00 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 68 447,29 | 49 434,15 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 14 162,48 | 14 162,48 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686) | zł/rok | 82 609,76 | 63 596,63 |
| Różnica | |  | 19 013,14 |
| Koszt | |  | 245 000,00 |
| SPBT | |  | 12,9 |

## Usprawnienia dotyczące systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej poprzez podwyższenie sprawności przesyłu, dzięki wykonaniu wymiany instalacji.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Opis | Jedn. | Przed modernizacją | Po modernizacji |
| Średnia moc c.w.u. | MW | 0,00020 | 0,00020 |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W | GJ/rok | 17,35 | 13,01 |
| Sprawność wytwarzania ciepła ηw,g | - | 0,97 | 0,97 |
| Sprawność przesyłu ciepłej wody ηw,d | - | 0,60 | 0,80 |
| Sprawność akumulacji ηw,s | - | 1,00 | 1,00 |
| Sprawność sezonowa wykorzystania ηw,e | - | 1,00 | 1,00 |
| Sprawność całkowita ηw,tot | - | 0,58 | 0,78 |
| Oz | zł/GJ | 7 934,21 | 7 934,21 |
| Om | zł/MW/m-c | 43,70 | 43,70 |
| A | zł | 0,00 | 0,00 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 19,39 | 19,39 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 758,12 | 568,59 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| Roczny koszt przygotowania c.w.u. | zł/rok | 777,51 | 587,98 |
| Różnica | |  | 189,53 |
| Koszt | |  | 20 000,00 |
| SPBT | |  | 105,52 |

## Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie warstwy izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła =0,040 W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2017r.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 0,040 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego |
| A | 957,70 | m2 - powierzchnia przegrody do obliczania strat |
| Akoszt | 957,70 | m2 - powierzchnia przegrody do ocieplenia |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Omówienie | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | m |  | 0,24 | 0,26 | 0,28 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | (m2∙K)/W |  | 6,00 | 6,50 | 7,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | (m2∙K)/W | 0,630 | 6,63 | 7,13 | 7,63 |
| 4 | U0, U1 | | W/m2∙K | 1,587 | 0,151 | 0,140 | 0,131 |
| 5 | Q0U, Q1U | | GJ/a | 519,38 | 49,36 | 45,90 | 42,89 |
| 6 | q0U, q1U | | MW | 0,061 | 0,006 | 0,005 | 0,005 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ∆Oru | | zł/a |  | 25 778,79 | 25 968,64 | 26 133,61 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | | zł/m2 |  | 297,00 | 300,00 | 306,00 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | | zł |  | 284 436,90 | 287 310,00 | 293 056,20 |
| 10 | SPBT=Nu/∆Oru | | lata |  | 11,03 | 11,06 | 11,21 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 287 310,00 zł | | | SPBT= 11,1 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu warstwą izolacji o = 0,040 W/mK o grubości 26 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych podłużnych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe gudzień 2017r.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 0,036 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego |
| A | 191,80 | m2 - powierzchnia przegrody do obliczania strat |
| Akoszt | 201,39 | m2 - powierzchnia przegrody do ocieplenia |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Omówienie | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | m |  | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | (m2∙K)/W |  | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | (m2∙K)/W | 0,779 | 4,668 | 5,224 | 5,779 |
| 4 | U0, U1 | | W/m2∙K | 1,283 | 0,214 | 0,191 | 0,173 |
| 5 | Q0U, Q1U | | GJ/a | 84,12 | 14,04 | 12,55 | 11,34 |
| 6 | q0U, q1U | | MW | 0,010 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ∆Oru | | zł/a |  | 3 843,38 | 3 925,29 | 3 991,44 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | | zł/m2 |  | 245,40 | 250,00 | 267,80 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | | zł |  | 49 421,11 | 50 347,50 | 53 932,24 |
| 10 | SPBT=Nu/∆Oru | | lata |  | 12,9 | 12,8 | 13,5 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 50 347,50 zł | | | SPBT= 12,8 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych podłużnych warstwą izolacji o λ = 0,036 W/mK o grubości 16 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych

Rozpatruje się ocieplenie ścian cokołowych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2017r.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| λ | | 0,036 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego | | | | | | |
| A | | 101,02 | m2 - powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | | | |
| Akoszt | | 106,07 | m2 - powierzchnia przegrody do ocieplenia | | | | | | |
| W związku z faktem, iż ściany są obecnie ocieplone warstwą styropianu, a przed przystąpieniem do ocieplenia należy tę izolację zdemontować, do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto, że izolacji tej nie ma – stąd: | | | | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | | m |  | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | | (m2\*K)/W |  | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | | (m2\*K)/W | 0,704 | 4,593 | 5,149 | 5,704 |
| 4 | U0, U1 | | | W/m2\*K | 1,420 | 0,218 | 0,194 | 0,175 |
| 5 | Q0U, Q1U | | | GJ/a | 45,81 | 7,02 | 6,27 | 5,66 |
| 6 | q0U, q1U | | | MW | 0,006 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |

Do obliczenia rocznej oszczędności kosztów oraz (SPBTmin), przyjęto właściwości cieplne przegrody w stanie obecnym, stąd:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Omówienie | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | m |  | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | (m2\*K)/W |  | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | (m2\*K)/W | 1,724 | **4,593** | 5,149 | 5,704 |
| 4 | U0, U1 | | W/m2\*K | 0,580 | 0,218 | 0,194 | 0,175 |
| 5 | Q0U, Q1U | | GJ/a | 18,71 | 7,02 | 6,27 | 5,66 |
| 6 | q0U, q1U | | MW | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ∆Oru | | zł/a |  | 650,18 | 692,34 | 726,29 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | | zł/m2 |  | 269,30 | 270,00 | 297,70 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | | zł |  | 28 564,65 | 28 638,90 | 31 577,04 |
| 10 | SPBT=NU/∆Oru | | lata |  | 43,9 | 41,4 | 43,5 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 28 638,90 zł | | | SPBT= 41,4 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych szczytowych warstwą izolacji o λ = 0,036 W/mK o grubości 16 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Ocieplenie ścian cokołowych

Rozpatruje się ocieplenie ścian cokołowych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,036 W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień 2017r.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| λ | | 0,036 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego | | | | | | |
| A | | 120,48 | m2 - powierzchnia przegrody do obliczania strat | | | | | | |
| Akoszt | | 126,50 | m2 - powierzchnia przegrody do ocieplenia | | | | | | |
| W związku z faktem, iż ściany są obecnie ocieplone warstwą styropianu, a przed przystąpieniem do ocieplenia należy tę izolację zdemontować, do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto, że izolacji tej nie ma – stąd: | | | | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | | m |  | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | | (m2\*K)/W |  | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | | (m2\*K)/W | 0,820 | 4,709 | 5,264 | 5,820 |
| 4 | U0, U1 | | | W/m2\*K | 1,220 | 0,212 | 0,190 | 0,172 |
| 5 | Q0U, Q1U | | | GJ/a | 46,94 | 8,17 | 7,31 | 6,61 |
| 6 | q0U, q1U | | | MW | 0,006 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |

Do obliczenia rocznej oszczędności kosztów oraz (SPBTmin), przyjęto właściwości cieplne przegrody w stanie obecnym, stąd:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Omówienie | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | | m |  | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ∆R | | (m2\*K)/W |  | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| 3 | Opór cieplny R | | (m2\*K)/W | 1,339 | 4,709 | 5,264 | 5,820 |
| 4 | U0, U1 | | W/m2\*K | 0,747 | 0,212 | 0,190 | 0,172 |
| 5 | Q0U, Q1U | | GJ/a | 28,74 | 8,17 | 7,31 | 6,61 |
| 6 | q0U, q1U | | MW | 0,004 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ∆Oru | | zł/a |  | 1 144,29 | 1 192,27 | 1 231,08 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | | zł/m2 |  | 269,30 | 270,00 | 297,70 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | | zł |  | 34 066,45 | 34 155,00 | 37 659,05 |
| 10 | SPBT=NU/∆Oru | | lata |  | 29,8 | 28,6 | 30,6 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 34 155,00 zł | | | SPBT= 28,6 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian cokołowych warstwą izolacji o λ = 0,036 W/mK o grubości 16 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Wymiana okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę istniejących okien zewnętrznych na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9; 0,7 [W/m2K]. Cena Nok zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzeń 2017r.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Powierzchnia okien do wymiany: P = 254,00 m2 | | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Współczynnik przenikania okien U | | W/m2∙K | 2,65 | 1,10 | 0,90 | 0,70 |
| 2 | Współczynnik Cr | | - | 1,10 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | Współczynnik Cm | | - | 1,10 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 4 | Q0, Q1 | | GJ/a | 404,76 | 272,55 | 257,95 | 243,35 |
| 5 | q0, q1 | | MW | 0,0536 | 0,0379 | 0,0359 | 0,0338 |
| 6 | ΔQrok + ΔQrw | | zł/rok |  | 7 274,6 | 8 106,2 | 8 937,8 |
| 7 | Jednostkowy koszt wymiany okien | | zł/m2 |  | 765,00 | 850,00 | 977,50 |
| 8 | Koszt wymiany okien NOK | | zł |  | 194 310 | 215 900 | 248 285 |
| 9 | SPBT | | lata |  | 26,71 | 26,63 | 27,78 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 215 900,00 zł | | | SPBT= 26,6 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie okien zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła U=0,9 W/m2K. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Wymiana drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 1,3; 1,5; [W/m2K]. Cena NDZ zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe grudzień2017r.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Powierzchnia drzwi do wymiany: P = 4,45m2 | | | | | | | |
| Lp. | Omówienie | | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Współczynnik przenikania drzwi U | | W/m2\*K | 2,10 | 1,50 | 1,30 | 1,10 |
| 2 | Współczynnik Cr | | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | Współczynnik Cm | | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 4 | Q0, Q1 | | GJ/a | 6,53 | 5,70 | 5,42 | 5,15 |
| 5 | q0, q1 | | MW | 0,0008 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 |
| 6 | ΔQrok + ΔQrw | | zł/rok |  | 46,3 | 61,8 | 77,2 |
| 7 | Jednostkowy koszt wymiany drzwi | | zł/m2 |  | 1 120,00 | 1 400,00 | 1 757,00 |
| 8 | Koszt wymiany drzwi NDZ | | zł |  | 4 984,00 | 6 230,00 | 7 818,65 |
| 9 | SPBT | | lata |  | 107,61 | 100,88 | 101,29 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 6 230,00 zł | | | SPBT= 100,9 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła dla okien U = 1,3 W/m2K. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)”.

## Zestawienie optymalnych usprawnień związanych z modernizacją przegród zewnętrznych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr wariantu | Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku | Planowane  koszty robót  (ceny z VAT, zł) | SPBT  lata |
| 1 | Ocieplenie stropodachu | 287 310,00 | 11,1 |
| 2 | Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych | 50 347,50 | 12,8 |
| 3 | Wymiana okien zewnętrznych | 215 900,00 | 26,6 |
| 4 | Ocieplenie ścian cokołowych | 34 155,00 | 28,6 |
| 5 | Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych | 28 638,90 | 41,4 |
| 6 | Wymiana drzwi zewnętrznych | 6 230,00 | 100,9 |

Koszt wykonania projektu ocieplenia oraz nadzoru inwestorskiego został dodany do rozpatrywanego usprawnienia związanego z ociepleniem ścian zewnętrznych.

## Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacji instalacji wewnętrznych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr wariantu | Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku | Planowane  koszty robót  (ceny z VAT, zł) | SPBT  lata |
| 1 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 245 000,00 | 12,89 |
| 2 | Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej | 20 000,00 | 105,52 |

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.

## Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp | Opis usprawnienia | Jednostkowe koszty termomodernizacji | Jednostkowe roczne oszczędności kosztów energii | Procentowa oszczędność zap. na energię | Wkład własny | Wkład własny | Procent dofinansowania | Kwota dofinansowania | SPBT | Redukcja emisji |
| [zł] | [zł/rok] | [%] | [%] | [zł] | [%] | [zł] | [lata] | [tonCO2/rok] |
| 1 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | 245 000,00 | 19 013,14 | 27,47% | 100,00% | 245 000,00 | 0,00% | 0,00 | 12,89 | 59,53 |
| 2 | Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej | 20 000,00 | 189,53 | 0,27% | 100,00% | 20 000,00 | 0,00% | 0,00 | 105,52 | 61,17 |
| 3 | Ocieplenie stropodachu | 287 310,00 | 27 514,73 | 32,13% | 100,00% | 287 310,00 | 0,00% | 0,00 | 10,44 | 110,04 |
| 4 | Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych | 50 347,50 | 4 124,94 | 4,81% | 100,00% | 50 347,50 | 0,00% | 0,00 | 12,21 | 117,25 |
| 5 | Wymiana okien zewnętrznych | 215 900,00 | 8 532,49 | 9,89% | 100,00% | 215 900,00 | 0,00% | 0,00 | 25,30 | 132,07 |
| 6 | Ocieplenie ścian cokołowych | 34 155,00 | 1 270,26 | 1,47% | 100,00% | 34 155,00 | 0,00% | 0,00 | 26,89 | 134,27 |
| 7 | Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych | 28 638,90 | 725,47 | 0,83% | 100,00% | 28 638,90 | 0,00% | 0,00 | 39,48 | 135,52 |
| 8 | Wymiana drzwi zewnętrznych | 6 230,00 | 65,13 | 0,07% | 100,00% | 6 230,00 | 0,00% | 0,00 | 95,65 | 135,63 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Koszty całkowite | zł | 887 581,40 |
| Roczna oszczędność kosztów | zł/rok | 61 435,70 |
| Czas zwrotu nakładów SPBT | lata | 14,45 |

**Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.**

## Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Na podstawie wykonanej analizy, w myśl ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się wariant obejmujący następujące przedsięwzięcia:

* 1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
  2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
  3. Ocieplenie stropodachu
  4. Ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych
  5. Wymiana okien zewnętrznych
  6. Ocieplenie ścian cokołowych
  7. Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych
  8. Wymiana drzwi zewnętrznych.

# Załączniki do audytu

**Załącznik 1**

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Zużycie ciepła

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Pomieszczenia | Liczba użytkowników | Kubatura netto | Współ  Cr | Norma | Strumień powietrza wentylacyjnego |
| - | - | szt. | m3 |  | m3/h | m3/h |
| Przed modernizacją | | | | | | |
| 1 | Liczba użytkowników | 10 | - | 1,30 | 20 | 260,0 |
| Po modernizacji | | | | | | |
| 1 | Liczba użytkowników | 10 | - | 1,00 | 20 | 200,0 |

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego"”:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Pomieszczenia | Liczba pomieszczeń | Kubatura netto | Współ  Cr | Norma | | Strumień powietrza wentylacyjnego |
| - | - | szt. | m3 |  | wym/h | | m3/h |
| Przed modernizacją | | | | | | | |
| 1 | Pomieszczenia ogrzewane | - | 3795,80 | 1,30 | 1 | 4 934,5 | |
| Po modernizacji | | | | | | | |
| 1 | Pomieszczenia ogrzewane | - | 3795,80 | 1,00 | 1 | 3 795,8 | |

**Załącznik 2**

Obliczenie mocy obliczeniowej na cele c.w.u. oraz zapotrzebowania na ciepło na c.w.u.

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp | Charakterystyka systemu | Jednostka | Przed | Po |
| 1 | jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody Vwi | dm3/(m2· dzień) | 0,4 | 0,4 |
| 2 | powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) | m2 | 884,85 | 884,85 |
| 3 | ciepło właściwe wody cw | kJ/kg\*K | 4,19 | 4,19 |
| 4 | gęstość wody ρw | kg/dm3 | 1 | 1 |
| 5 | temperatura wody ciepłej w podgrzewaczuobliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θw | 0C | 55 | 55 |
| 6 | obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ0 | 0C | 10 | 10 |
| 7 | współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej kR | - | 0,7 | 0,7 |
| 8 | liczba dni w roku tr | Doba\* | 247 | 247 |
| 9 | roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Qw,nd=Vwi\*Af\*cw\*ρw\*(θcw-θ0)\*kr\*tr/(3600) | kWh/rok | 2 804,5 | 2 804,5 |
| 10 | sprawność wytwarzania ciepła ηw,g | - | 0,97 | 0,97 |
| 11 | sprawność przesyłu ciepłej wody ηw,d | - | 0,60 | 0,80 |
| 12 | sprawność akumulacji ηw,s | - | 1,00 | 1,00 |
| 13 | sprawność sezonowa wykorzystania ηw,e | - | 1,00 | 1,00 |
| 14 | sprawność całkowita ηw,tot | - | 0,58 | 0,78 |
| 15 | roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W | kWh/a | 4 818,7 | 3 614,1 |
| 16 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EkW | kWh/(m2rok) | 5,45 | 4,08 |
| 17 | Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną QPW | kWh/rok | 3854,99 | 2891,25 |
| 18 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EPW | kWh/(m2rok) | 4,36 | 3,27 |
| 19 | roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W | GJ/a | 17,3 | 13,0 |

\*-ilość dni pracy placówki z uwzględnieniem nieobecności dzieci w trakcie roku.

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| lp | Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
| 1 | Ilość użytkowników       L | osoby | 10 | 10 |
| 2 | Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody Vcw | l/os | 7,0 | 7,0 |
| 3 | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku | m3/h | 0,00389 | 0,00389 |
|  | Vhśr =( L·Vcw)/(18\*1000) |  |  |  |
| 4 | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. | - | 5,31 | 5,31 |
|  | Nh = 9,32·L-0,244 |  |  |  |
| 5 | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m3 wody | GJ/m3 | 0,32 | 0,24 |
|  | Qcwj = cw·ρ·(θcw-θ0)·kt/ηw,tot/106 |  |  |  |
| 6 | Max. moc c.w.u. | kW | 1,08 | 1,08 |
|  | qcwumax = Vhśr\*cw·ρ·(θcw-θ0)·Nh/3600 |  |  |  |
| 7 | **Średnia moc c.w.u.** | **kW** | 0,20 | 0,20 |
|  | **qcwuśr = qcwumax /Nh** |  |  |  |

**Załącznik 3**

Rysunki, elewacje i zdjęcia

|  |  |
| --- | --- |
| \\Hall2000\e\PUBLICZNY\AE_ITS\Foty_Paweł_F\20171213_114938.jpg | \\Hall2000\e\PUBLICZNY\AE_ITS\Foty_Paweł_F\20171213_114659.jpg |
| Elewacja północna | Elewacja południowa |
| \\Hall2000\e\PUBLICZNY\AE_ITS\Foty_Paweł_F\20171213_114804.jpg | \\Hall2000\e\PUBLICZNY\AE_ITS\Foty_Paweł_F\20171213_114537.jpg |
| Elewacja wschodnia | Elewacja zachodnia |

**Załącznik 4**

Obliczenie mocy cieplnej systemu grzewczego oraz zużycia energii na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem wyznaczonego strumienia powietrza wentylacyjnego - wydruki komputerowe z programu AUDYTOR OZC 6.9Pro.