

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Zespół Szkół nr 9
ul. Chylońska 227
81-007 Gdynia

INWESTOR: Gmina Miasta Gdyni
Al. Marszałka Piłsudskiego 52/54
81-382 Gdynia

AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub

Jarosław Kozub
Audyt energetyczny
KAPE 0188 ZAE 1121



Neptun EKO
Jarosław Kozub

NIP 958 098 82 27
Regon 220071142
ul. Słowackiego 3
84-230 Rumia
tel.: 58 743 64 11-13
fax: 58 743 64 29

Październik 2015

1. Dane identyfikacyjne budynku

| | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|-------------|--------------------|--------|-----------|-------------|--------------|-----------|
| 1.1 Rodzaj budynku: | budynek użyteczności publicznej - Zespół Szkół nr 9 w Gdyni | | | 1.2 Rok budowy: | 1987 | | | | |
| 1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości): | Gmina Miasta Gdyni | | | 1.4 Adres budynku: | ul. | Chylońska | nr 227 | | |
| | ul. | Al. Marszałka Piłsudskiego | nr 52/54 | | kod: | 81-007 | mięscowość: | Gdynia | |
| | kod: | 81-382 | mięscowość: | | Gdynia | powiat: | M. Gdynia | województwo: | pomorskie |
| | tel. | - | fax | | - | | | | |
| | Pesel: | | | | | | | | |
| | Nazwa: | - | Nr. | | - | | | | |

2. Nazwa, adres i numer regon firmy wykonującej audyt:



NEPTUN EKO mgr inż. Jarosław Kozub

84-230 Rumia ul. Słowackiego 3

tel: 607-607-454; tel./fax: (58) 665 11 53

Oddział Rumia ul. Pomorska 1C/1 84-230 Rumia

Regon: 220071142

3. Imię i nazwisko, adres oraz numer pesel audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

mgr inż. Jarosław Kozub, 84-230 Rumia ul. Słowackiego 3; 74010803858

autoryzacja Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0188, członek Stowarzyszenia Audytorów Energetycznych nr 1121

Audytor energetyczny
KAP E 0188 ZAE 1121

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska i zakresy prac, posiadane kwalifikacje:

| Lp. | Imię i nazwisko: | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego: | Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia) |
|-----|------------------|---|--|
| 1 | Anna Sychowska | dokumentacja techniczna, inwentaryzacje | |
| 2 | Marcin Rosenow | bilans energetyczny budynku | |
| 3 | - | - | |
| 4 | - | - | |

5. Miejsowość: Rumia data wykonania opracowania: 19 października 2015

6. Spis treści:

| | | | |
|----|--|------|----|
| 1 | Karta audytu energetycznego | str. | 2 |
| 2 | Zestawienie danych źródłowych do wykonania audytu. | str. | 4 |
| 3 | Część pierwsza - dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie niezbędnych usprawnień termomodernizacyjnych | str. | 5 |
| 4 | Inwentaryzacja - dane techniczne budynku | str. | 6 |
| 5 | Inwentaryzacja - uproszczona dokumentacja techniczna - rysunki | str. | 7 |
| 6 | Inwentaryzacja - opis techniczny elementów budynku i konstrukcji | str. | 8 |
| 7 | Charakterystyka energetyczna budynku, opłaty, taryfy | str. | 12 |
| 8 | Inwentaryzacja systemu grzewczego i instalacji | str. | 13 |
| 9 | Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego | str. | 14 |
| 10 | Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień | str. | 15 |
| 11 | Dane klimatyczne, stopniodni | str. | 16 |
| 12 | Część druga - analiza ekonomiczne poszczególnych usprawnień | str. | 17 |
| 13 | Analiza ekonomiczna - ciepła woda użytkowa | str. | 29 |
| 14 | Analiza ekonomiczna - system ciepły | str. | 30 |
| 15 | Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski | str. | 31 |
| 16 | Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień | str. | 32 |
| 17 | Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji | str. | 34 |
| 18 | Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu | str. | 36 |
| 19 | Wnioski | str. | 37 |
| 20 | Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego | str. | 38 |
| 21 | Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów | str. | 47 |

Budynek w całości

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| 1. Dane ogólne | | | | |
| 1. Konstrukcja / technologia budynku: | | tradycyjna, prefabrykowana | | |
| 2. Liczba kondygnacji: | | - | 4 | |
| 3. Kubatura części ogrzewanej | | [m³] | 45 707 | |
| 4. Powierzchnia netto budynku | | [m²] | 12 175,30 | |
| 5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej | | [m²] | 0,00 | |
| 6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | | [m²] | 12 175,30 | |
| 7. Liczba mieszkań | | - | 0 | |
| 8. Liczba osób użytkujących budynek | | - | 981 | |
| 9. Sposób przygotowania ciepłej wody | | Centralne zdalaczynne | | |
| 10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku | | Centralne zdalaczynne | | |
| 11. Współczynnik kształtu A/V | | [1/m] | 0,40 | |
| 12. Inne dane charakteryzujące budynek | | Budynek użyteczności publicznej - szkoła + sale gimnastyczne | | |
| 2. | Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne | [W/(m²K)] | stan przed modernizacją | stan po modernizacji |
| 1. Dach pełny płaski | | | 0,44 | 0,14 |
| 2. Drzwi zewnętrzne | | | 3,60 | 1,30 |
| 3. Okna PCV | | | 1,30 | 1,30 |
| 4. Okna drewniane | | | 3,12 | 0,90 |
| 5. Okna aluminiowe w sali gimnastycznej | | | 2,60 | 0,90 |
| 6. Naświetla z luksferów | | | 5,00 | 0,90 |
| 7. Podłoga na gruncie | | | 0,54 | 0,54 |
| 8. Podłoga w piwnicach | | | 0,48 | 0,48 |
| 9. Stropodach wentylowany | | | 0,63 | 0,15 |
| 10. Ściana zewnętrzna osłonowa | | | 0,86 | 0,20 |
| 11. Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | | | 0,85 | 0,20 |
| 12. Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | | | 0,75 | 0,19 |
| 13. Ściana zewnętrzna przy gruncie | | | 0,43 | 0,17 |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego | | | | |
| 1. Sprawność wytwarzania | | | 0,97 | 0,99 |
| 2. Sprawność przesyłania | | | 0,96 | 0,96 |
| 3. Sprawność regulacji i wykorzystania | | | 0,77 | 0,88 |
| 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 | 0,95 |
| 4. Charakterystyka systemu wentylacji | | | | |
| 1. Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna) | | | naturalna | naturalna / mechaniczna |
| 2. Sposób doprowadzenia/odprowadzenia powietrza | | | nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne | nieszczelności stolarki / kanały grawitacyjne, wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła |
| 3. Strumień powietrza wentylacyjnego | | [m³/h] | 54 428 | 54 428 |
| 4. Liczba wymian | | | 1,19 | 1,19 |

Budynek w całości

| 5. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
|---|---|---------------|--|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | [kW] | 1 426,9 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu | [kW] | 92,5 |
| 3. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | [GJ/rok] | 7 944,1 |
| 4. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [GJ/rok] | 11 079,3 |
| 5. | Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. | [GJ/rok] | 810,7 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | [GJ/rok] | 6 800,0 |
| 7. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m³rok)] | 48,3 |
| 8. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m³rok)] | 67,4 |
| 9. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m²rok)] | 253,0 |
| 6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | | |
| 1.a | Cena 1 GJ na ogrzewanie | [zł] | 55,65 |
| 1.b | Cena 1 GJ na produkcję c.w.u. | [zł] | 55,65 |
| 2. | Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc | [zł] | 8 334,00 |
| 3. | Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej | [zł] | - |
| 4. | Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc | [zł] | 8 334,00 |
| 5. | Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej | [zł] | 5,20 |
| 6. | Opłata abonamentowa | [zł] | - |
| 7. | Opłata stała niezależnie od mocy | [zł] | - |
| 7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana suma kredytu [zł]: | | 7 698 775,37 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] |
| Planowane koszty całkowite [zł] | | 7 698 775,37 | Premia termomodernizacyjna [zł] |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł] | | 409 488,38 | 52,91% |

Zestawienie aktów prawnych, norm oraz innych materiałów wykorzystanych do sporządzenia audytu

1. 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 algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2014 poz. 888 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2008 r., poz 1459).
5. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. nr 94 poz. 551 z późn. zm.).
6. ustawa z dnia 29 sierpnia 2014r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200 z późn. zm.).
7. PN-EN ISO 12831:2006. Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
8. PN-EN ISO 13790:2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
9. PN-EN ISO 13370:2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
10. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych opublikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

| |
|--|
| Użytkownik sygnalizuje niedogrzenia w części pomieszczeń budynku wynikające z niewydolności systemu grzewczego oraz zbyt niską wydajność wymiennika c.w.u. w węźle cieplnym mające wpływ na rozbieżności pomiędzy rzeczywistym zużyciem ciepła przez budynek a jego teoretycznym zapotrzebowaniem. |
|--|

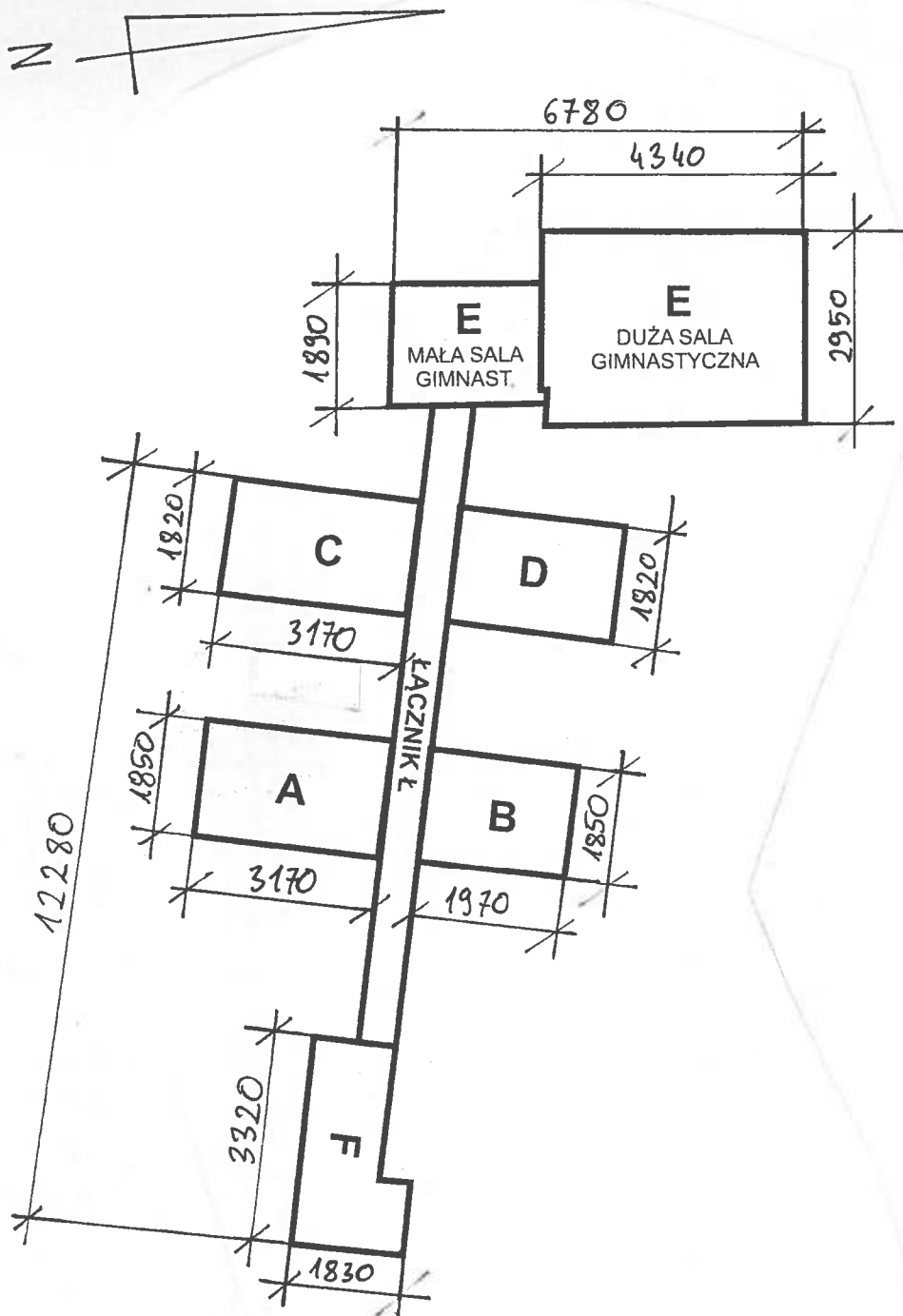
| |
|---|
| Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł. |
|---|

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku



| Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju | | |
|---|-------------------|-----------|
| Dach pełny płaski | [m ²] | 1 484,8 |
| Drzwi zewnętrzne | [m ²] | 96,7 |
| Okna PCV | [m ²] | 1 179,2 |
| Okna drewniane | [m ²] | 482,5 |
| Okna aluminiowe w sali gimnastycznej | [m ²] | 279,7 |
| Naświetla z luksferów | [m ²] | 45,5 |
| Podłoga na gruncie | [m ²] | 1 454,0 |
| Podłoga w piwnicach | [m ²] | 3 262,0 |
| Stropodach wentylowany | [m ²] | 3 699,0 |
| Ściana zewnętrzna osłonowa | [m ²] | 1 533,0 |
| Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | [m ²] | 2 825,7 |
| Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | [m ²] | 781,8 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | [m ²] | 958,0 |
| Wysokości | | |
| Zagłębienie w gruncie | [m] | 0-2 |
| Najczęstsza wysokość w świetle | [m] | 3,45 |
| Wysokość piwnicy w świetle | [m] | 3,00 |
| Najczęstsza wysokość brutto | [m] | 3,75 |
| Inne dane techniczne | | |
| liczba mieszkań | [szt.] | 0 |
| Liczba użytkowników | | 981 |
| Liczba kondygnacji | [szt.] | 4 |
| Liczba klatek schodowych | [szt.] | 11 |
| Dane powierzchniowe budynku | | |
| Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych | [m ²] | 0,00 |
| Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych | [m ²] | 12 175,30 |
| Powierzchnia poddasza ogrzewanego | [m ²] | 0,0 |
| Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych | [m ²] | 0,0 |
| Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto | [m ²] | 12 175,3 |
| Powierzchnia zabudowy | [m ²] | 5 400,0 |
| Całkowita powierzchnia brutto | [m ²] | 18 900,0 |
| Powierzchnia użytkowa | [m ²] | 12 175,30 |
| Dane kubaturowe budynku | | |
| Kubatura netto ogrzewana | [m ³] | 45 707 |
| Całkowita kubatura brutto | [m ³] | 58 133 |
| Współczynnik kształtu A/V [1/m] | | 0,40 |





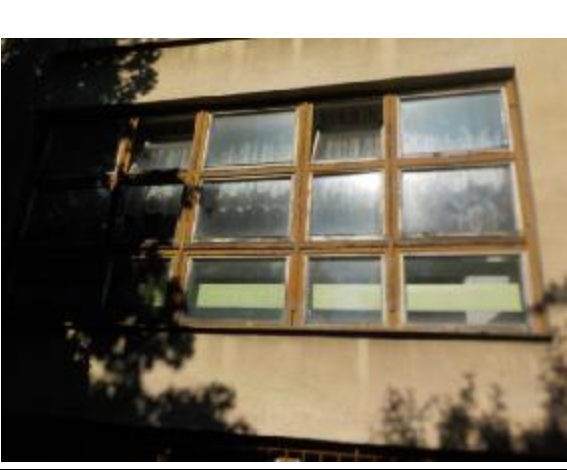

Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku
Zespół Szkół nr 9, Gdynia ul. Chyłońska 227




| | | |
|--|---|---|
| <p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p> |  | <p>Budynek wolnostojący, Wzniesiony w 1987 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada trzy kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty stropodachem. Obiekt składa się z czterech segmentów dydaktycznych, sali gimnastycznej i łącznika. Forma rozczłonkowana.</p> |
| <p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p> |  | <p>Ściany konstrukcyjne prefabrykowane, osłonowe murowane z gazobetonu - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy żelbetowe kanałowe. Stropodachy wentylowane. Nad salą gimnastyczną dach płaski z płyt panwiowych na konstrukcji stalowej.</p> |
| <p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p> |  | <p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej - dostęp do budynku również z pozostałych stron.</p> |
| <p>Elementy charakterystyczne</p> |  | <p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p> |

ELEWACJE

| | | |
|---|---|--|
| <p>Warstwa fakturowa, tynk</p> |  | <p>Budynek w większości otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p> |
| <p>Stolarka okienna i drzwiowa</p> |  | <p>Stolarka okienna – w większości wymieniona na nową z PVC. Część okien drewnianych, starych aluminiowych oraz naświetla z luksferów.</p> |
| <p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p> |  | <p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p> |
| <p>Elementy charakterystyczne</p> |  | <p>Attyki z blachy falistej.</p> |

STAN TECHNICZNY

| | | |
|--|---|--|
| <p>Warstwa fakturowa, tynk</p> |  | <p>Zły stan techniczny. Zabrudzenia i zawilgocenia w strefie cokołowej.</p> |
| <p>Cokół</p> |  | <p>Stan techniczny cokołu zły. Zabrudzenia, zawilgocenia.</p> |
| <p>Stolarka okienna</p> |  | <p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry. Okna drewniane, naświetla z luksferów oraz okna ALU na sali gimnastycznej w złym stanie technicznym.</p> |
| <p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p> |  | <p>Rynny i rury spustowe w stanie złym.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| Stolarka drzwiowa zewnętrzna |  | <p>Stan techniczny drzwi zewnętrznych dostateczny i zły.</p> |
| Instalacja c.o. |  | <p>Grzejniki starego typu w złym stanie technicznym.</p> |
| Źródło ciepła |  | <p>Węzeł cieplny na bazie wymienników płytowych, częściowo brak izolacji termicznej. Zużycie w stopniu średnim.</p> |
| Wentylacja mechaniczna | | <p>Brak - nie sprawna</p> |

| Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku | | |
|--|--------------|-------------|
| Moc zamówiona | | |
| Moc zamówiona c.o. + wentylacja | [kW] | 1 429,0 |
| Moc zamówiona c.w.u. | [kW] | 316,0 |
| Sumaryczna moc zamówiona dla budynku | [kW] | 1 745,0 |
| Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie | | |
| Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.) | [GJ/a] | 6 800,0 |
| Za okres | - | 2014 |
| Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego) | | |
| Opłata stała | [PLN/MW*m-c] | 8 334,00 zł |
| Opłata zmienna | [PLN/GJ] | 55,65 zł |

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

| System grzewczy | | |
|---|--|--------|
| Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń | Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem węzła cieplnego będącego własnością inwestora. Węzeł zmodernizowany aktualnie w stanie dostatecznym. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i typu favier, bez zaworów termostatycznych. Stan techniczny zły. | |
| Sposób użytkowania | Zakłada się, że system pracuje bez dobowych i godzinowych przerw w ogrzewaniu. | |
| Modernizacje systemu po roku 1984 | Modernizacja węzła ciepłowniczego. | |
| Instalacja centralnego ogrzewania budynku | | |
| Zasilanie instalacji | pompowe | |
| Parametry wody instalacyjnej | [st. C] | 85/60 |
| Rodzaj grzejników / usytuowanie | favier, żeliwne usytuowane pod oknami | |
| Rodzaj przewodów instalacyjnych | stalowe | |
| Zawory z głowicami termostatycznymi | brak | |
| Zawory regulacyjne podpionowe | - | |
| Dodatkowa izolacja za grzejnikami | - | |
| Prowadzenie / izolacja pionów | po wierzchu / brak izolacji | |
| Prowadzenie / izolacja poziomów | po wierzchu / izolacja w dostatecznym stanie technicznym | |
| Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją | | |
| Sprawność wytwarzania | - | 0,97 |
| Sprawność przesyłania | - | 0,96 |
| Sprawność regulacji i wykorzystania | - | 0,77 |
| Sprawność akumulacji | - | 1,00 |
| Współczynnik przerw tygodniowych | - | 1,00 |
| Współczynnik przerw dobowych | - | 1,00 |
| Instalacja ciepłej wody użytkowej | | |
| Sposób przygotowania c.w.u., opis urządzeń | Przygotowanie c.w.u. centralne w węźle cieplnym. | |
| Rodzaj przewodów c.w.u. | Stalowe | |
| Perlatory na wylewkach | Nie zamontowane | |
| Instalacja wentylacyjna i spalinowa | | |
| Rodzaj instalacji wentylacyjnej | Wentylacja grawitacyjna - wyciąg powietrza za pomocą przewodów grawitacyjnych. Nawiew powietrza poprzez nieszczelności stolarki okiennej i drzwiowej. | |
| Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego | - | 54 428 |
| Średni współczynnik c _r dla budynku | - | 1,00 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego | - | 54 428 |

Inwentaryzacja - obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego

| Pomieszczenia | | | | |
|--|----------------------|-------------------------------|--|---|
| Kondygnacja | Rodzaj pomieszczenia | Kubatura [m ³] | Krotność wymiany powietrza [1/h] | Sumaryczna ilość powietrza wentylacyjnego [m ³ /h] |
| | Całość budynku | 45706,7 | 1,19 | 54428 |
| SUMA | | | | 54428 |
| Wielkości sumarycznie | | | | |
| Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego | | | [m ³ /h] | 54428 |
| Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w}) | | | - | 1,00 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją | | | [m ³ /h] | 54428 |

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

| System grzewczy | | |
|---|--|--|
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Zasilanie budynku | Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego zasilanego z m.s.c. | Wymiana węzła ciepłego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. |
| Poziomy c.o. w piwnicy | Stan techniczny zły | |
| Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o. | Konwektory wodne żeliwne i fawier częściowo z zaworami termostaticznymi, zły stan techniczny. | |
| Instalacja c.w.u. | | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Ściany zewnętrzne | Ściany zewnętrzne w większości nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej. Szczątkowe ocieplenia ścian do demontażu. | Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych oraz ścian w strefie cokołowej styropianem specjalnym o współczynniku przewodzenia ciepła maksymalnie 0,031 W/mK. Metoda BSO Docieplenie ścian przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK. |
| Stolarka okienna | Stolarka okienna drewniana, aluminiowa i naświetla z luksferów w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym. | Przewiduje się wymianę okien drewnianych, naświetli z luksferów i okien ALU w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV lub drewnianą o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m ² K. |
| Stolarka drzwiowa | Drzwi zewnętrzne w stanie dostatecznym i złym. | Przewiduje się wymianę stolarki drzwiowej na stolarkę energooszczędną, współczynnik przenikania ciepła U=1,3 W/m ² K. |
| Dach / stropodach | Nad szkołą stropodachy wentylowane, niedocieplone. Nad częścią sportową dachy płaskie pokryte papą, niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego - konieczna modernizacja z uwagi na ochronę izolacji termicznej. | Przewiduje się docieplenie stropodachów wentylowanych za pomocą wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK - metoda pneumatyczna oraz dachów płaskich za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Ułożenie pokrycia papowego na całym budynku. |
| Instalacja c.w.u. | | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| c.w.u. | Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji. | Montaż bloku c.w.u. w węźle ciepłym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji. |
| Wentylacja | | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Wentylacja | Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej. Instalacja nawiewno-wywiewna niesprawna. | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. |
| Roboty dodatkowe | | |
| Zakłada się konieczność wykonania robót dodatkowych mających na celu ochronę wyremontowanych przegród przed działaniem szkodliwych czynników atmosferycznych (np. wymiana lub remont obróbek blacharskich i rur spustowych, wymiana parapetów, osuszenie oraz wykonanie izolacji pionowej i poziomej ścian). Ponadto zakłada się konieczność przebudowy instalacji odgromowej oraz remont lub wymianę innych elementów budynku, które mogą zostać naruszone podczas wykonywania prac modernizacyjnych lub nie spełniać prawidłowo swojej funkcji po wykonaniu usprawnień. | | |

Dane klimatyczne, stopniodni

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----------|
| Normowa temp. w pomieszczeniach użytkowych = | | | | | | | | | | | | 20,0 [°C] |
| Stacja meteorologiczna: Gdańsk Port Północny | | | | | | | | | | | | |
| Miesiąc: | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| T _e (m) - Średnia wieloletnie temp. miesiąca [°C] | 2,0 | 1,2 | 3,5 | 7,7 | 10,7 | 15,5 | 18,7 | 16,3 | 14,5 | 8,7 | 4,0 | 1,9 |
| Ld(m) - liczba dni ogrzewanych | 31 | 28 | 31 | 30 | 20 | 0 | 0 | 0 | 10 | 31 | 30 | 31 |
| Oblicz. temperatura zew., T _{emin} [°C] | -16 | | | | | | | | | | | |

| Temp. wew. | Liczba stopniodni w roku | Liczba stopniodni w danym miesiącu | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| Sd_10°C | 1 236 | 248,0 | 246,4 | 201,5 | 69,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 40,3 | 180,0 | 251,1 |
| Sd_25°C | 4 807 | 713,0 | 666,4 | 666,5 | 519,0 | 286,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 105,0 | 505,3 | 630,0 | 716,1 |
| Sd_22°C | 4 081 | 620,0 | 582,4 | 573,5 | 429,0 | 226,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 75,0 | 412,3 | 540,0 | 623,1 |
| Sd_20°C | 3 597 | 558,0 | 526,4 | 511,5 | 369,0 | 186,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 55,0 | 350,3 | 480,0 | 561,1 |
| Sd_18°C | 3 113 | 496,0 | 470,4 | 449,5 | 309,0 | 146,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35,0 | 288,3 | 420,0 | 499,1 |
| Sd_16°C | 2 629 | 434,0 | 414,4 | 387,5 | 249,0 | 106,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,0 | 226,3 | 360,0 | 437,1 |
| Sd_12°C | 1 686 | 310,0 | 302,4 | 263,5 | 129,0 | 26,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 102,3 | 240,0 | 313,1 |
| Sd_8°C | 834 | 186,0 | 190,4 | 139,5 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 120,0 | 189,1 |
| Sd_4°C | 221 | 62,0 | 78,4 | 15,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 65,1 |

Część druga

**Analiza ekonomiczna poszczególnych
usprawnień termomodernizacyjnych,
optymalizacja usprawnień**

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany konstrukcyjne**

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniociepno, Liczba stopniociepno | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,85 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{sc} =$ | 2 825,7 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych konstrukcyjnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | DO_{ru} | SPBT | Nu |
|---|--------------------------|------|-------|--------------|--------|---------------|
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm | 332,10 zł/m ² | 3,87 | 0,198 | 38 489,83 zł | 24,381 | 938 428,25 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm | 344,40 zł/m ² | 4,52 | 0,176 | 39 815,59 zł | 24,442 | 973 184,86 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm | 350,55 zł/m ² | 4,84 | 0,166 | 40 371,82 zł | 24,536 | 990 563,16 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm | 319,80 zł/m ² | 3,23 | 0,227 | 36 775,48 zł | 24,573 | 903 671,65 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,047$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/ DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych nadziemnych - ściany osłonowe

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|-------------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dní×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,86 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\text{śc}} =$ | 1 533,0 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych osłonowych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | DO_{ru} | SPBT | Nu |
|---|--------------------------|------|-------|--------------|--------|---------------|
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm | 332,10 zł/m ² | 3,87 | 0,198 | 21 063,58 zł | 24,171 | 509 122,58 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm | 344,40 zł/m ² | 4,52 | 0,176 | 21 785,06 zł | 24,236 | 527 978,98 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm | 350,55 zł/m ² | 4,84 | 0,166 | 22 087,69 zł | 24,331 | 537 407,17 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm | 319,80 zł/m ² | 3,23 | 0,228 | 20 130,23 zł | 24,355 | 490 266,19 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,039$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia ścian zewnętrznych nadziemnych - strefa cokołowa

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|-------------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dní×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,75 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\text{śc}} =$ | 781,8 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych w strefie cokołowej za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | DO_{rU} | SPBT | Nu |
|---|--------------------------|------|-------|-------------|--------|---------------|
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm | 373,92 zł/m ² | 3,87 | 0,192 | 9 174,05 zł | 31,865 | 292 330,66 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm | 356,70 zł/m ² | 3,23 | 0,220 | 8 728,57 zł | 31,949 | 278 868,06 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 14 cm | 391,14 zł/m ² | 4,52 | 0,171 | 9 521,15 zł | 32,117 | 305 793,25 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm | 399,75 zł/m ² | 4,84 | 0,162 | 9 667,45 zł | 32,328 | 312 524,55 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,197$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

DO_{rU} [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

**Wybór optymalnego wariantu docieplenia
ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej - ściany przy gruncie.**

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|-------------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,43 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\text{śc}} =$ | 958,0 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość docieplenia równą 12 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | DO_{ru} | SPBT | Nu |
|---|--------------------------|------|-------|-------------|--------|---------------|
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 12 cm | 450,18 zł/m ² | 3,33 | 0,169 | 5 124,72 zł | 84,159 | 431 290,45 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm | 498,15 zł/m ² | 4,17 | 0,142 | 5 665,22 zł | 84,242 | 477 247,63 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm | 418,20 zł/m ² | 2,78 | 0,188 | 4 744,37 zł | 84,448 | 400 652,33 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm | 482,16 zł/m ² | 3,89 | 0,154 | 5 424,99 zł | 85,148 | 461 928,57 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynosi $R = 5,917 \text{ m}^2\text{K/W}$. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m \text{ W/m}^2\text{K}$ - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,63 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza | $A =$ | 3 699,0 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego przy pomocy wełny mineralnej lub celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - metoda pneumatyczna, z wymianą pokrycia dachowego. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 20 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | DO_{rU} | SPBT | N_u |
|--|--------------------------|------|-------|--------------|--------|---------------|
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 20 cm | 172,20 zł/m ² | 5,26 | 0,146 | 37 410,88 zł | 17,026 | 636 967,80 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 22 cm | 179,58 zł/m ² | 5,79 | 0,136 | 38 215,87 zł | 17,382 | 664 266,42 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 25 cm | 190,65 zł/m ² | 6,58 | 0,122 | 39 228,80 zł | 17,977 | 705 214,35 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem - 28 cm | 202,00 zł/m ² | 7,37 | 0,112 | 40 063,14 zł | 18,651 | 747 198,00 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 6,85$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (N_u/DO_{rU})

DO_{rU} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego

N_u [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu docieplenia dachu płaskiego sal gimnastycznych

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------|----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniocdni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 0,44 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza | $A =$ | 1 484,8 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 20,90 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego sal gimnastycznych styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 18 cm. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | DR | U_m | $DO_{r,u}$ | SPBT | Nu |
|--|--------------------------|------|-------|--------------|--------|---------------|
| Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm | 196,80 zł/m ² | 4,74 | 0,143 | 9 224,84 zł | 31,676 | 292 204,70 zł |
| Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm | 206,64 zł/m ² | 5,26 | 0,133 | 9 533,96 zł | 32,181 | 306 814,94 zł |
| Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm | 231,24 zł/m ² | 6,58 | 0,113 | 10 145,94 zł | 33,840 | 343 340,53 zł |
| Docieplenie dachu hali sportowej - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm | 256,00 zł/m ² | 7,89 | 0,098 | 10 599,52 zł | 35,860 | 380 103,68 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,01 \text{ m}^2\text{K/W}$ jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. | | | | | | |

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych ($Nu/DO_{r,u}$)

$DO_{r,u}$ [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m \text{ W/m}^2\text{K}$ - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej drewnianej

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|------------|----------|--|
| Oplata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW)×miesiąc] |
| Oplata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 3,12 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia okien do wymiany | $A =$ | 482,5 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI | $a_0 =$ | 4,00 | [m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})] |
| | $a_1 =$ | 0,30 | |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cr_0 =$ | 1,20 | - |
| | $cm_0 =$ | 1,20 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cm_1 =$ | 1,00 | - |
| | $cw =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | | | |

| | Cena jednostkowa | CR | U_m | DO_{ru} | SPBT | Nu |
|---|--------------------------|------|-------|--------------|--------|---------------|
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K | 959,40 zł/m ² | 1,00 | 0,90 | 22 380,03 zł | 20,682 | 462 872,12 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K | 934,80 zł/m ² | 1,00 | 1,30 | 18 347,59 zł | 24,581 | 451 003,61 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K | 910,20 zł/m ² | 1,00 | 1,60 | 15 323,26 zł | 28,658 | 439 135,09 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K | 885,60 zł/m ² | 1,00 | 1,80 | 13 307,04 zł | 32,108 | 427 266,58 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych w budynku na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany naświetli z luksferów

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|------------|----------|--|
| Oплата za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW)×miesiąc] |
| Oплата za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polska Norma | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 5,00 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia okien do wymiany | $A =$ | 45,5 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI | $a_0 =$ | 4,00 | [m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})] |
| | $a_1 =$ | 0,30 | |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cr_0 =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cm_0 =$ | 1,00 | - |
| | $cm_1 =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cw =$ | 1,00 | - |

| | Cena jednostkowa | CR | U_m | DO_{ru} | SPBT | Nu |
|--|--------------------------|------|-------|-------------|--------|--------------|
| Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ | 959,40 zł/m ² | 1,00 | 0,90 | 3 896,28 zł | 11,199 | 43 633,51 zł |
| Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ | 934,80 zł/m ² | 1,00 | 1,30 | 3 516,16 zł | 12,091 | 42 514,70 zł |
| Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ | 910,20 zł/m ² | 1,00 | 1,60 | 3 231,07 zł | 12,812 | 41 395,90 zł |
| Wymiana naświetli z luksferów na stolarkę PCV, $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ | 885,60 zł/m ² | 1,00 | 1,80 | 3 041,00 zł | 13,245 | 40 277,09 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę naświetli z luksferów na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

$DR \text{ m}^2\text{K/W}$ - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

$U_m \text{ W/m}^2\text{K}$ - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany okien ALU na sali gimnastycznej

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|------------|----------|--|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW)×miesiąc] |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniodni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 2,60 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia okien do wymiany | $A =$ | 279,7 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI | $a_0 =$ | 4,00 | [m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})] |
| | $a_1 =$ | 0,30 | |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cr_0 =$ | 1,00 | - |
| | $cm_0 =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cm_1 =$ | 1,00 | - |
| | $cw =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | | | |

| | Cena jednostkowa | CR | U_m | DO_{rU} | SPBT | Nu |
|--|--------------------------|------|-------|-------------|--------|---------------|
| Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K | 959,40 zł/m ² | 1,00 | 0,90 | 9 936,52 zł | 27,009 | 268 372,96 zł |
| Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K | 934,80 zł/m ² | 1,00 | 1,30 | 7 598,52 zł | 34,414 | 261 491,60 zł |
| Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K | 910,20 zł/m ² | 1,00 | 1,60 | 5 845,01 zł | 43,560 | 254 610,25 zł |
| Wymiana okien sali gimnastycznej na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K | 885,60 zł/m ² | 1,00 | 1,80 | 4 676,01 zł | 52,979 | 247 728,89 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę okien ALU na sali gimnastycznej na stolarkę energooszczędną PCV. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła okna na poziomie 0,9 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{rU})

DO_{rU} [zł/rok] - Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł] - Planowane koszty robót

DR m²K/W - Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K - Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej zewnętrznej

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|--------------------|--------------|--|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 8 334,00 | zł/(MW) ×miesiąc] |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 55,65 | zł/GJ |
| Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{wo} =$ | 20,0 | °C |
| Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą | $t_{zo} =$ | -16,0 | °C |
| Liczba stopniocdni, | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 3,60 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia drzwi do wymiany | $A =$ | 96,7 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI | $a_0 =$ $a_1 =$ | 1,00 1,00 | [m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})] |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cr_0 =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cm_0 =$ | 1,00 | - |
| | $cm_1 =$ | 1,00 | - |
| Wartości współczynników korekcyjnych wg Tabeli 2 z rozporządzenia MI | $cw =$ | 1,00 | - |

| Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | Cr | U _m | DO _{ru} | SPBT | Nu |
|---|----------------------------|------|----------------|------------------|--------|---------------|
| Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną specjalną ocieploną PUR, U = 1,3 W/m ² K | 2 952,00 zł/m ² | 1,00 | 1,30 | 4 645,86 zł | 61,425 | 285 369,84 zł |
| Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K | 2 706,00 zł/m ² | 1,00 | 1,70 | 3 837,88 zł | 68,160 | 261 589,02 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych za wyjątkiem wejścia głównego i drzwi biblioteki na stolarkę energooszczędną. Na podstawie analizy ekonomicznej przyjmuje się optymalny współczynnik przenikania ciepła drzwi na poziomie 1,3 W/m²K. Ceny robót budowlanych określono na podstawie analizy rynku robót budowlanych. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT 23 %.

Legenda:

SPBT [lata] - Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (Nu/DO_{ru})

DO_{ru} [zł/rok]- Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego

Nu [zł]- Planowane koszty robót

DR m²K/W- Dodatkowy opór cieplny przegrody zewnętrznej

U_m W/m²K- Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych, określony zgodnie z Polską Normą po dociepleniu

Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

| Dane ogólne do obliczeń | | | |
|-------------------------|----------|---------------------|---|
| $O_m =$ | 8 334,00 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej |
| $O_z =$ | 55,65 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej |
| $t_{wo} =$ | 20,0 | [°C] | Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z Polską Normą |
| $t_{zo} =$ | -16,0 | [°C] | Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą |
| $S_d =$ | 3 597 | [dzień × K/a] | Liczba stopniodni, |
| SPBT | | [lata] | Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych |
| DO_{rU} | | [zł/a] | Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego |
| Nu | | [zł] | Planowane koszty robót |

| DO_{r_d} | SPBT | Rodzaj usprawnienia | Nu |
|------------|-------|---|------------|
| 105 925,44 | 7,316 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 774 900,00 |
| 85 307,13 | 8,651 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 738 000,00 |

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 1331,36 GJ/a

1070,39 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 318,39 kW

257,43 kW

Wybór optymalnego wariantu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Dane ogólne do obliczeń:

| | | | |
|-------------|----------|---------------------|---|
| $O_{m0} =$ | 8 334,00 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją |
| $O_{z0} =$ | 55,65 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją |
| $O_{m1} =$ | 8 334,00 | [zł/GJ] | Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji |
| $O_{z1} =$ | 55,65 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji |
| $Q_{ocw} =$ | 810,7 | [GJ/rok] | Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu |
| Q_{1cw} | | [GJ/rok] | |
| $q_{ocw} =$ | 92,5 | [kW] | Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą instalacji wodociągowych, wymagania w projektowaniu |
| q_{1cw} | | [kW] | |
| SPBT | | [lata] | Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych |
| DOR_{cw} | | [zł/a] | Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku uprawnienia termomodernizacyjnego |
| Ncw | | [zł] | Planowane koszty robót |

| Q_1 | q_1 | DOR_{cw} | SPBT | Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | Ncw |
|-------|-------|------------|--------|---|------------------|---------------|
| 654,9 | 92,5 | 8 669,29 | 57,603 | Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji. | - | 499 380,00 zł |
| 810,7 | 92,5 | 0,00 | - | Brak modernizacji systemu c.w.u. | 0,00 zł | 0,00 zł |

- optymalne usprawnienie systemu c.w.u.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną dla potrzeb c.w.u.

| | |
|---|---|
| 0,80 dm ³ /m ² *d | Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - szkoła |
| 0,25 dm ³ /m ² *d | Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - sport |
| 2,50 dm ³ /m ² *d | Wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową - gastr |
| 10 st.C | Przyjęta temperatura wody zimnej |
| 55 st.C | Przyjęta temperatura wody podgrzanej |
| 10,1734 m ³ /dobę | Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku ($Q_{\text{śrd}}$) |
| 10 h/dobę | Liczba godzin T rozbioru c.w.u. |
| 47,50 % | Średnia sprawność wytwarzania c.w.u. |
| 810,7 GJ/a | Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku |
| 1,017 m ³ /h | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{grh}) |
| 1,736 - | Współczynnik nierównomierności rozbioru wody |
| 1,766 m ³ /h | Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh}) |
| 0 dm ³ | Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u. |
| 92,5 kW | Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh}) |
| 92,5 kW | Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. z uwzględnieniem akumulacji zasobników |

| Sprawności składowe systemu c.w.u. | Przed modernizacją | Po modernizacji |
|------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Sprawność | | |
| Sprawność wytwarzania c.w.u. | 0,95 | 0,98 |
| Sprawność przesyłu c.w.u. | 0,50 | 0,60 |
| Sprawność akumulacji c.w.u. | 1,00 | 1,00 |

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

| | | | |
|-------------|----------|---------------------|--|
| $O_m =$ | 8 334,00 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją |
| $O_{m1} =$ | 8 334,00 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego |
| $O_z =$ | 55,65 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją |
| $O_{z1} =$ | 55,65 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego |
| $Q_{oco} =$ | 7 944,1 | [GJ] | Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą |
| $q_0 =$ | 1 426,9 | [kW] | Zapotrzebowanie na moc cieplną budynku |
| $h_0 =$ | 0,72 | - | Sprawność ogólna systemu przed modernizacją |
| $w_{t0} =$ | 1,00 | - | Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie tygodnia |
| $w_{d0} =$ | 1,00 | - | Współczynnik określający przerwyw ogrzewaniu w okresie doby |
| SPBT | | [lata] | Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych |
| $DO_{ru} =$ | | [zł/a] | Roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego |
| Nu | | [zł] | Planowane koszty robót |

| DO_{ru} | h_1 | q_1 | h_g | h_d | h_e | h_s | w_{t1} | w_{d1} | Rodzaj usprawnienia | Cena jednostkowa | SPBT | N_{co} |
|------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|---|------------------|-------|-----------------|
| 114 388,84 | 0,84 | 1426,9 | 0,99 | 0,96 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostaticzne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. | - | 18,57 | 2 123 902,50 zł |
| 0,00 | 0,72 | 1426,9 | 0,97 | 0,96 | 0,77 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | Brak modernizacji systemu grzewczego. | 0,00 | - | 0,00 |

- optymalne usprawnienie systemu grzewczego

Część trzecia

Wybór optymalnego przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego, analiza
ekonomiczna i energetyczna, wnioski

**WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE USPRAWNIENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZAJĄCE DO
ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ
PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ
TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU WENTYLACJI I SYSTEMU
PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ, USZEREKOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

| L.p. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|------|--|-----------------------------|-------------|
| 1 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 774 900,00 | 7,32 |
| 2 | Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. | 929 172,50 | 19,92 |
| 3 | Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m ² K. | 1 060 248,43 | 25,95 |
| 4 | Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm. | 2 171 171,94 | 29,40 |
| 5 | Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji. | 499 380,00 | 57,60 |

**RODZAJE USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY WARIANT
PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWczego**

| L.p. | Zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Rodzaj usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Wartości sprawności składowych h oraz współczynników w | |
|------|---|---|--|------|
| 1 | Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła | Wymiana węzła ciepłowniczego | $h_g =$ | 0,99 |
| 2 | Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających | Wymiana instalacji c.o. | $h_d =$ | 0,96 |
| 3 | Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej | Zastosowanie regulacji centralnej i miejscowej | $h_e =$ | 0,88 |
| 4 | Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego | - | $h_s =$ | 1,00 |
| 5 | Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | - | $w_t =$ | 1,00 |
| 6 | Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby | Zastosowanie regulatorów godzinowo-dobowych. Możliwość odcięcia poszczególnych segmentów. Monitoring. | $w_d =$ | 0,95 |
| | Sprawność całkowita systemu grzewczego | - | $h_{whphrhe} =$ | 0,84 |

Prezentacja wybranych do analizy wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| L.p. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Zapotrzebowanie na moc szczytową c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW] | Zapotrzebowanie na moc szczytową c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN [kW] | Zapotrzebowanie na energię c.o. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a] | Zapotrzebowanie na energię c.w.u. dla wariantu (na podstawie obliczeń zgodnych z PN) [GJ/a] | Sprawność całkowita systemu | Zużycie ciepła w sezonie grzewczym w przypadku realizacji wariantu [GJ/a] | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię | Koszty dodatkowe dla wariantu (projekt, audyt, nadzór) [zł] |
|------|--|--|--|---|---|-----------------------------|---|--|---|
| 1 | <p>Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatische lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej oraz naświetli z lukserów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.</p> <p>Montaż bloku c.w.u. w węźle ciepłym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostaticznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.</p> | 832,8 | 92,5 | 4352,3 | 654,9 | 0,836 | 5598,6 | 52,91% | 140 000,00 |
| 2 | <p>Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatische lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.</p> <p>Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej oraz naświetli z lukserów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m²K.</p> <p>Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.</p> | 832,8 | 92,5 | 4352,3 | 810,7 | 0,836 | 5754,4 | 51,60% | 140 000,00 |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--------|------|--------|-------|-------|--------|--------|------------|
| 3 | Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. | 957,0 | 92,5 | 5380,1 | 810,7 | 0,836 | 6921,9 | 41,78% | 140 000,00 |
| | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | | | | | | | | |
| | Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. | | | | | | | | |
| | Wymiana okien drewnianych, ALU na sali gimnastycznej oraz naświetli z luksferów w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi wejściowych na stolarkę U=1,3 W/m ² K. | | | | | | | | |
| 4 | Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. | 1019,8 | 92,5 | 5870,8 | 810,7 | 0,836 | 7479,2 | 37,10% | 140 000,00 |
| | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | | | | | | | | |
| | Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. | | | | | | | | |
| 5 | Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. | 1100,4 | 92,5 | 6527,8 | 810,7 | 0,836 | 8225,6 | 30,82% | 140 000,00 |
| | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | | | | | | | | |
| 6 | Wymiana węża ciepłego. Montaż węża na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach. | 1426,9 | 92,5 | 7944,1 | 810,7 | 0,836 | 9834,3 | 17,29% | 90 000,00 |

DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

| L.p. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite [zł] | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%] | Optymalna kwota kredytu [zł]/[%] | 20% kredytu [zł] | 16% kosztów całkowitych [zł] | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł] |
|------|---|---------------------------------|--|--|----------------------------------|------------------|------------------------------|---|
| 1 | WARIANT 1 | 7 698 775,37 | 409 488,38 | 52,91% | 7 698 775,37 | 1 539 755,07 | 1 231 804,06 | 818 976,75 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 2 | WARIANT 2 | 7 199 395,37 | 400 819,09 | 51,60% | 7 199 395,37 | 1 439 879,07 | 1 151 903,26 | 801 638,17 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 3 | WARIANT 3 | 5 028 223,43 | 323 441,31 | 41,78% | 5 028 223,43 | 1 005 644,69 | 804 515,75 | 646 882,63 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 4 | WARIANT 4 | 3 967 975,00 | 286 148,31 | 37,10% | 3 967 975,00 | 793 595,00 | 634 876,00 | 572 296,63 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 5 | WARIANT 5 | 3 038 802,50 | 236 554,46 | 30,82% | 3 038 802,50 | 607 760,50 | 486 208,40 | 473 108,91 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 6 | WARIANT 6 | 2 213 902,50 | 114 388,84 | 17,29% | 2 213 902,50 | 442 780,50 | 354 224,40 | 228 777,69 |
| | | | | | 100,00 | | | |

Wnioski

1. Budynek charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię cieplną i moc szczytową wynikającym ze słabej termoizolacyjności przegród budowlanych.
2. Budynek znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga przeprowadzenia gruntownych prac remontowych

W wyniku przeprowadzonych analiz ekonomicznych zaleca się:

Zastosowanie wentylacji wymuszanej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (sale gimnastyczne, siłownia). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm.

Docieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie - styropian ekstrudowany o współczynniku przewodzenia ciepła 0,036 W/mK, 12 cm. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych (kondygnacje i strefa cokołowa) oprócz ocieplonej biblioteki - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 12 cm.

Docieplenie stropodachów wentylowanych metodą pneumatyczną - wełna mineralna lub celuloza o współczynniku przewodzenia ciepła 0,038 W/mK - 20 cm oraz dachu nad salami gimnastycznymi styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 18 cm. Wymiana pokrycia dachowego - papa termozgrzewalna.

Montaż bloku c.w.u. w węźle cieplnym. Wymiana instalacji c.w.u. - wykonanie izolacji przewodów zasilających i cyrkulacyjnych. Montaż cyrkulacyjnych zaworów termostatycznych oraz urządzeń ograniczających czas pracy cyrkulacji.

Wymiana węzła cieplnego. Montaż węzła na bazie wymienników płytowych c.o. i wentylacja mechaniczna + c.w.u. Izolacja termiczna przewodów i armatury. Zastosowanie automatyki pogodowej oraz regulacji godzinowo-dobowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegów grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. Możliwość regulacji ogrzewania w poszczególnych segmentach.

UWAGA:

Z uwagi na poważne zawilgocenia ścian nadziemnych w częściach niepodpiwniczonych konieczne jest wykonanie izolacji przeciwwilgociowej ścian do poziomu fundamentów.

Na uzyskany w wyniku modernizacji efekt energetyczny zasadniczy wpływ ma zachowanie się użytkowników budynku, nastawy zaworów termostatycznych w lokalach, racjonalne wietrzenie pomieszczeń itp.

Każda modernizacja budynku powinna zostać dokonana na podstawie projektu budowlanego wykonanego przez osobę uprawnioną.

W celu zachowania urządzeń w należytym stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

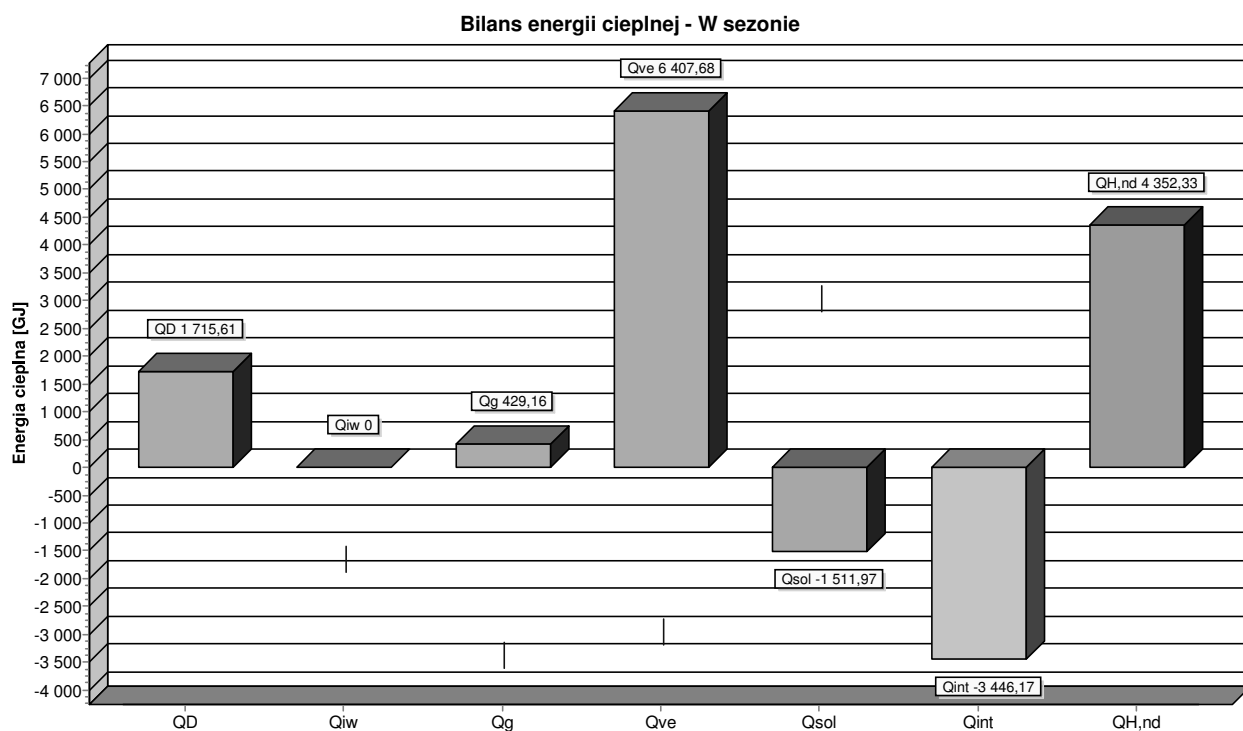
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

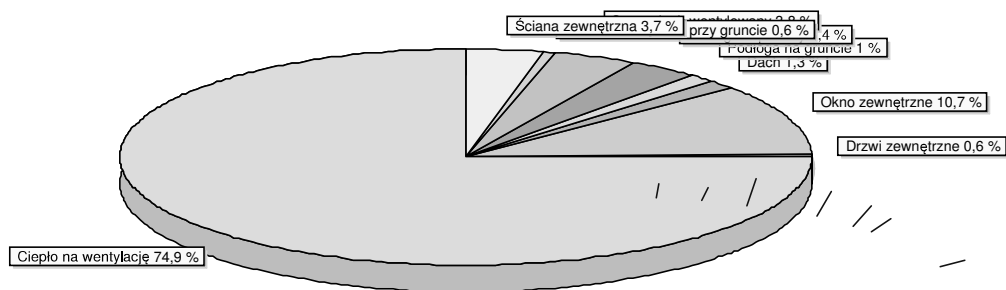
| | | |
|--|--|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy | |
| | Zespół Szkół nr 9 w Gdyni | |
| Miejscowość: | Gdynia | |
| Adres: | Chylońska 227 | |
| Projektant: | Marcin Rosenow | |
| Plik danych: | C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 9\Z | |
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego: | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | I | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e : | -16 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,7 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Gdańsk Port Północny | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 12175,3 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 45706,7 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 235710 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 597129 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 832839 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 832839 | W |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Gdańsk Port Północny | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 76452,6 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 4352,33 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 1208981 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 12175 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 45706,7 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 357,5 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 99,3 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 95,2 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 26,5 | kWh/(m ³ ·rok) |

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



| Bil | Miesiąc | $L_{d,m}$ | $T_{em,m}$ | Q_D | $Q_{i,w}$ | Q_g | Q_{ve} | $\eta_{H,gn}$ | Q_{sol} | Q_{int} | $Q_{H,nc}$ |
|-----|-------------|-----------|------------|---------|-----------|--------|----------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | dni | °C | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok |
| ■ | Styczeń | 31 | 2,0 | 253,64 | 0,00 | 63,49 | 925,78 | 0,974 | 86,12 | 391,32 | 777, |
| ■ | Luty | 28 | 1,2 | 239,71 | 0,00 | 60,04 | 968,79 | 0,980 | 86,63 | 353,45 | 837, |
| ■ | Marzec | 31 | 3,5 | 231,59 | 0,00 | 57,88 | 845,13 | 0,946 | 175,73 | 391,32 | 598, |
| ■ | Kwiecień | 30 | 7,7 | 164,38 | 0,00 | 40,83 | 619,32 | 0,843 | 275,96 | 378,70 | 272, |
| ■ | Maj | 31 | 10,7 | 126,67 | 0,00 | 31,48 | 461,50 | 0,679 | 368,90 | 391,32 | 103, |
| ■ | Czerwiec | 0 | 15,5 | 58,87 | 0,00 | 15,73 | 221,39 | 0,377 | 384,25 | 378,70 | 8, |
| ■ | Lipiec | 0 | 18,7 | 16,95 | 0,00 | 6,12 | 61,58 | 0,105 | 410,75 | 391,32 | 0, |
| ■ | Sierpień | 0 | 16,3 | 50,05 | 0,00 | 13,83 | 182,12 | 0,335 | 327,69 | 391,32 | 4, |
| ■ | Wrzesień | 30 | 14,5 | 72,35 | 0,00 | 18,92 | 272,18 | 0,553 | 221,99 | 378,70 | 31, |
| ■ | Październik | 31 | 8,7 | 155,16 | 0,00 | 38,45 | 565,56 | 0,877 | 150,26 | 391,32 | 284, |
| ■ | Listopad | 30 | 4,0 | 217,01 | 0,00 | 54,21 | 818,25 | 0,968 | 75,41 | 378,70 | 649, |
| ■ | Grudzień | 31 | 1,9 | 255,11 | 0,00 | 63,86 | 931,16 | 0,977 | 70,97 | 391,32 | 798, |
| | W sezonie | 273 | 8,8 | 1715,61 | 0,00 | 429,16 | 6407,68 | 0,847 | 1511,97 | 3446,17 | 4352, |

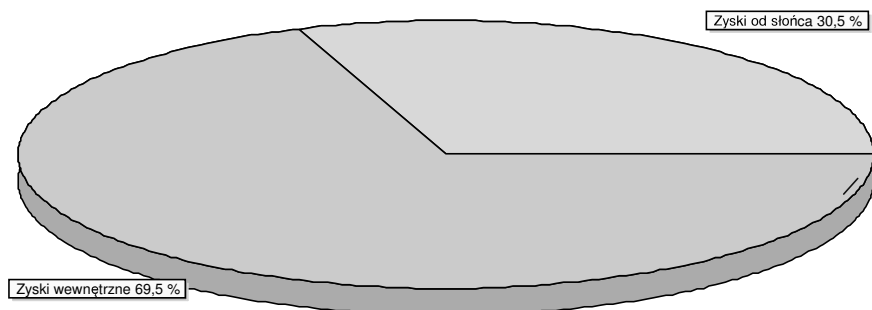
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



| | | |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 0,6 % Drzwi zewnętrzne | 10,7 % Okno zewnętrzne | 1,3 % Dach |
| 1 % Podłoga na gruncie | 3,4 % Podłoga w piwnicy | 3,8 % Stropodach wentylowany |
| 0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie | 3,7 % Ściana zewnętrzna | 74,9 % Ciepło na wentylację |

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Drzwi zewnętrzne | 47,40 | 13165 | 0,6 |
| Okno zewnętrzne | 912,16 | 253377 | 10,7 |
| Dach | 111,92 | 31088 | 1,3 |
| Podłoga na gruncie | 85,95 | 23874 | 1,0 |
| Podłoga w piwnicy | 293,67 | 81574 | 3,4 |
| Stropodach wentylowany | 329,16 | 91433 | 3,8 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 49,55 | 13763 | 0,6 |
| Ściana zewnętrzna | 314,98 | 87495 | 3,7 |
| Ciepło na wentylację | 6407,68 | 1779911 | 74,9 |
| Razem | 8552,45 | 2375680 | 100,0 |

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







30,5 % Zyski od słońca 69,5 % Zyski wewnętrzne

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|-------------------|---------|---------|-------|
| * Zyski od słońca | 1511,97 | 419992 | 30,5 |
| Zyski wewnętrzne | 3446,17 | 957271 | 69,5 |
| ± Razem | 4958,15 | 1377263 | 100,0 |




Wyniki - Zestawienie przegród

| Opis | U | A |
|--------------------------------------|----------------------|----------------|
| | W/m ² · K | m ² |
| Dach pełny płaski | 0,143 | 1484,78 |
| Drzwi zewnętrzne | 1,300 | 96,67 |
| Okna PCV | 1,300 | 1179,19 |
| Okna drewniane | 0,900 | 482,46 |
| Okna aluminiowe w sali gimnastycznej | 0,900 | 279,73 |
| Naświetla z luksferów | 0,900 | 45,48 |
| Podłoga na gruncie | 0,517 | 1444,24 |
| Podłoga w piwnicach | 0,464 | 3231,28 |
| Stropodach wentylowany | 0,146 | 3699,00 |
| Ściana zewnętrzna osłonowa | 0,198 | 1533,04 |
| Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | 0,198 | 2825,74 |
| Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | 0,192 | 781,80 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 0,154 | 958,04 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|-------------------|------------|---------------------|
| m | | W/ (m·K) | kg/m ³ | kJ/ (kg·K) | m ² ·K/W |
|  DSG | Dach pełny płaski | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,1800 | Styropian EPS 100 038 | 0,038 | 100 | 1,460 | 4,737 |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1000 | Wełna mineralna | 0,050 | 180 | | 2,000 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 7,010 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,143 |
| | | | | | |
|  PG | Podłoga w piwnicach | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m | | | | | |
| 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,050 |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,984 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 2,157 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,464 |
| | | | | | |
|  PGS | Podłoga na gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZK | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m | | | | | |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m | | | | | |
| 0,0300 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,030 |
| 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
| 0,3000 | Żwir. | 0,900 | 1800 | 0,840 | 0,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,475 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 1,933 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,517 |
| | | | | | |
|  SC | Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,0650 | Mur z cegły dziurawki 120x250x65. | 0,640 | 1400 | 0,880 | 0,102 |
| 0,0400 | Styropian – inne przypadki. | 0,045 | 30 | 1,460 | 0,889 |
| 0,2400 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,141 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|--------|-----------|--------|
| m | | W/(m·K) | kg/m³ | kJ/(kg·K) | m²·K/W |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 5,197 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,192 |
| | | | | | |
|  SG | Ściana zewnętrzna przy gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,0650 | Mur z cegły dziurawki 120x250x65. | 0,640 | 1400 | 0,880 | 0,102 |
| 0,0400 | Styropian - inne przypadki. | 0,045 | 30 | 1,460 | 0,889 |
| 0,2400 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,141 |
| 0,1200 | Styropian ekstrudowany | 0,036 | 100 | 1,460 | 3,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]: | | | | | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 6,477 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,154 |
| | | | | | |
|  STR | Stropodach wentylowany | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot | | | | | |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Płyty korytkowe | 1,000 | 1900 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]: | | | | | 0,000 |
| 0,2000 | Wełna mineralna | 0,038 | 60 | 0,750 | 5,263 |
| 0,0600 | Wełna mineralna | 0,050 | 180 | | 1,200 |
| 0,2400 | Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22- | | 1400 | 0,840 | 0,180 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 6,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,146 |
| | | | | | |
|  SZK | Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,3600 | Ściana trójwarstwowa | | | | 1,007 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 5,048 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|--|--|----------------------------|-------------------|-----------|---------------------|
| m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,198 |
| | | | | | |
| ■ SZO | | Ściana zewnętrzna osłonowa | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3700 | Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem | 0,380 | 800 | 0,840 | 0,974 |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 5,039 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,198 |
| | | | | | |

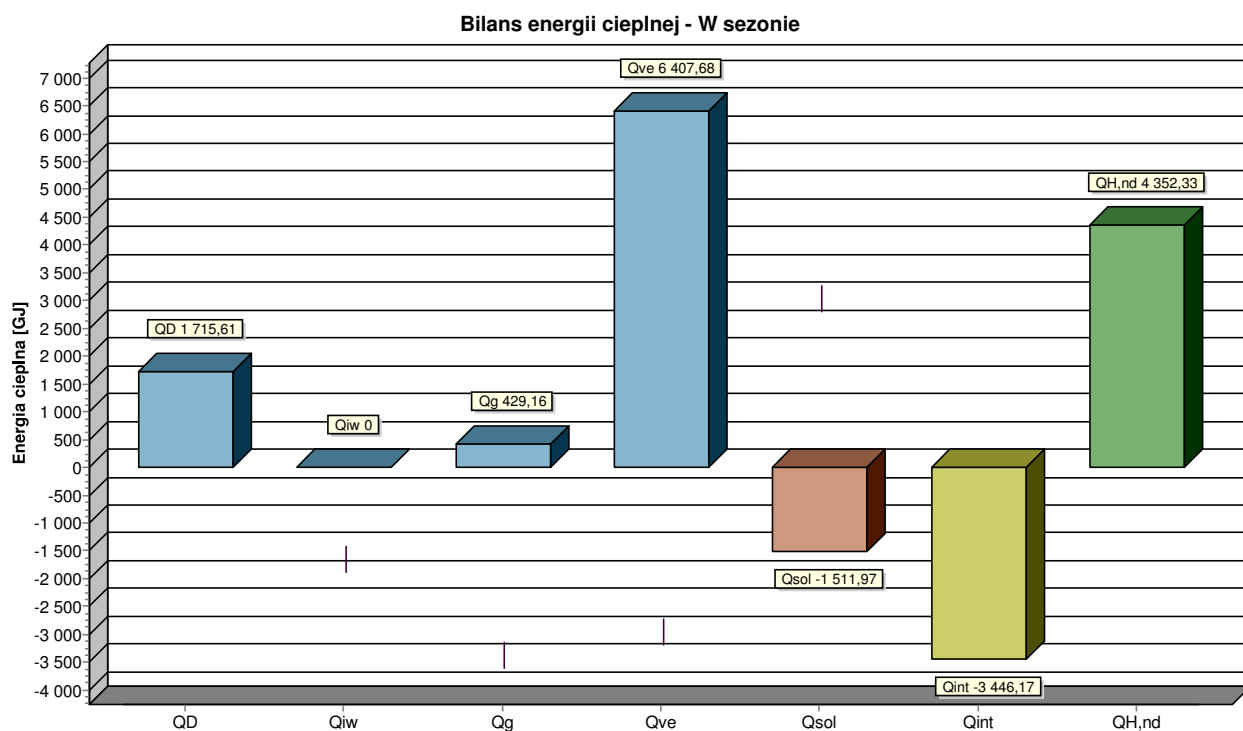
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

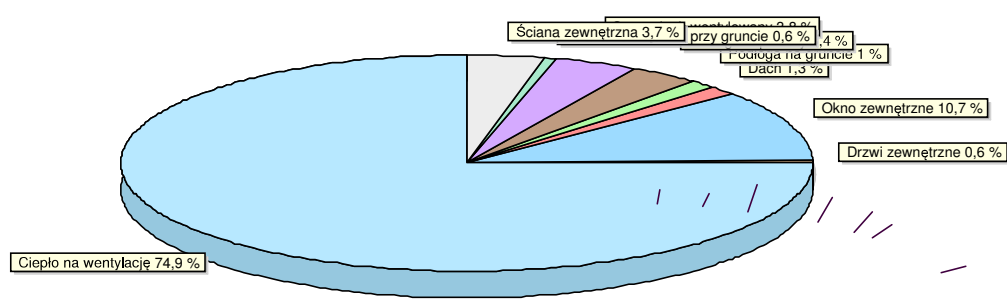
| | | |
|--|--|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | Bilans energetyczny budynku - wariant pierwszy | |
| | Zespół Szkół nr 9 w Gdyni | |
| Miejscowość: | Gdynia | |
| Adres: | Chylońska 227 | |
| Projektant: | Marcin Rosenow | |
| Plik danych: | C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\ZS 9\Z | |
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego: | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | I | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e : | -16 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,7 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Gdańsk Port Północny | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 12175,3 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 45706,7 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 235710 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 597129 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 832839 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 832839 | W |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Gdańsk Port Północny | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 76452,6 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 4352,33 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 1208981 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 12175 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 45706,7 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 357,5 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 99,3 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 95,2 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 26,5 | kWh/(m ³ ·rok) |

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790



| Bil | Miesiąc | L _{d,m} dni | T _{em,m} °C | Q _D GJ/rok | Q _{i,w} GJ/rok | Q _g GJ/rok | Q _{ve} GJ/rok | η _{H,gn} | Q _{sol} GJ/rok | Q _{int} GJ/rok | Q _{H,nc} GJ/rok |
|-----|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ■ | Styczeń | 31 | 2,0 | 253,64 | 0,00 | 63,49 | 925,78 | 0,974 | 86,12 | 391,32 | 777, |
| ■ | Luty | 28 | 1,2 | 239,71 | 0,00 | 60,04 | 968,79 | 0,980 | 86,63 | 353,45 | 837, |
| ■ | Marzec | 31 | 3,5 | 231,59 | 0,00 | 57,88 | 845,13 | 0,946 | 175,73 | 391,32 | 598, |
| ■ | Kwiecień | 30 | 7,7 | 164,38 | 0,00 | 40,83 | 619,32 | 0,843 | 275,96 | 378,70 | 272, |
| ■ | Maj | 31 | 10,7 | 126,67 | 0,00 | 31,48 | 461,50 | 0,679 | 368,90 | 391,32 | 103, |
| ■ | Czerwiec | 0 | 15,5 | 58,87 | 0,00 | 15,73 | 221,39 | 0,377 | 384,25 | 378,70 | 8, |
| ■ | Lipiec | 0 | 18,7 | 16,95 | 0,00 | 6,12 | 61,58 | 0,105 | 410,75 | 391,32 | 0, |
| ■ | Sierpień | 0 | 16,3 | 50,05 | 0,00 | 13,83 | 182,12 | 0,335 | 327,69 | 391,32 | 4, |
| ■ | Wrzesień | 30 | 14,5 | 72,35 | 0,00 | 18,92 | 272,18 | 0,553 | 221,99 | 378,70 | 31, |
| ■ | Październik | 31 | 8,7 | 155,16 | 0,00 | 38,45 | 565,56 | 0,877 | 150,26 | 391,32 | 284, |
| ■ | Listopad | 30 | 4,0 | 217,01 | 0,00 | 54,21 | 818,25 | 0,968 | 75,41 | 378,70 | 649, |
| ■ | Grudzień | 31 | 1,9 | 255,11 | 0,00 | 63,86 | 931,16 | 0,977 | 70,97 | 391,32 | 798, |
| | W sezonie | 273 | 8,8 | 1715,61 | 0,00 | 429,16 | 6407,68 | 0,847 | 1511,97 | 3446,17 | 4352, |

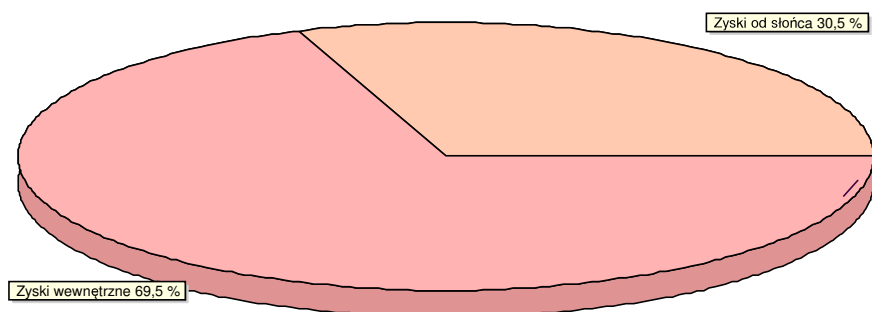
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



| | | |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 0,6 % Drzwi zewnętrzne | 10,7 % Okno zewnętrzne | 1,3 % Dach |
| 1 % Podłoga na gruncie | 3,4 % Podłoga w piwnicy | 3,8 % Stropodach wentylowany |
| 0,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie | 3,7 % Ściana zewnętrzna | 74,9 % Ciepło na wentylację |

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Drzwi zewnętrzne | 47,40 | 13165 | 0,6 |
| Okno zewnętrzne | 912,16 | 253377 | 10,7 |
| Dach | 111,92 | 31088 | 1,3 |
| Podłoga na gruncie | 85,95 | 23874 | 1,0 |
| Podłoga w piwnicy | 293,67 | 81574 | 3,4 |
| Stropodach wentylowany | 329,16 | 91433 | 3,8 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 49,55 | 13763 | 0,6 |
| Ściana zewnętrzna | 314,98 | 87495 | 3,7 |
| Ciepło na wentylację | 6407,68 | 1779911 | 74,9 |
| Razem | 8552,45 | 2375680 | 100,0 |

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej







30,5 % Zyski od słońca 69,5 % Zyski wewnętrzne

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|-------------------|---------|---------|-------|
| • Zyski od słońca | 1511,97 | 419992 | 30,5 |
| Zyski wewnętrzne | 3446,17 | 957271 | 69,5 |
| ± Razem | 4958,15 | 1377263 | 100,0 |




Wyniki - Zestawienie przegród

| Opis | U | A |
|--------------------------------------|-----------------|---------|
| | $W/m^2 \cdot K$ | m^2 |
| Dach pełny płaski | 0,143 | 1484,78 |
| Drzwi zewnętrzne | 1,300 | 96,67 |
| Okna PCV | 1,300 | 1179,19 |
| Okna drewniane | 0,900 | 482,46 |
| Okna aluminiowe w sali gimnastycznej | 0,900 | 279,73 |
| Naświetla z luksferów | 0,900 | 45,48 |
| Podłoga na gruncie | 0,517 | 1444,24 |
| Podłoga w piwnicach | 0,464 | 3231,28 |
| Stropodach wentylowany | 0,146 | 3699,00 |
| Ściana zewnętrzna osłonowa | 0,198 | 1533,04 |
| Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | 0,198 | 2825,74 |
| Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | 0,192 | 781,80 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 0,154 | 958,04 |


Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|--------|-----------|--------|
| m | | W/(m·K) | kg/m³ | kJ/(kg·K) | m²·K/W |
|  DSG | Dach pełny płaski | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,1800 | Styropian EPS 100 038 | 0,038 | 100 | 1,460 | 4,737 |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1000 | Wełna mineralna | 0,050 | 180 | | 2,000 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m²·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 7,010 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,143 |
| | | | | | |
|  PG | Podłoga w piwnicach | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 5,00 m | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m | | | | | |
| 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,050 |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]: | | | | | 1,984 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 2,157 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,464 |
| | | | | | |
|  PGS | Podłoga na gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZK | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,70 m | | | | | |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m | | | | | |
| 0,0300 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,030 |
| 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
| 0,3000 | Żwir. | 0,900 | 1800 | 0,840 | 0,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m²·K/W]: | | | | | 1,475 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 1,933 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,517 |
| | | | | | |
|  SC | Ściana zewnętrzna ogrzewanych piwnic | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,0650 | Mur z cegły dziurawki 120x250x65. | 0,640 | 1400 | 0,880 | 0,102 |
| 0,0400 | Styropian – inne przypadki. | 0,045 | 30 | 1,460 | 0,889 |
| 0,2400 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,141 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c _p | R |
|---|--|---------|-------|----------------|--------|
| m | | W/(m·K) | kg/m³ | kJ/(kg·K) | m²·K/W |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 5,197 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,192 |
| | | | | | |
|  SG | Ściana zewnętrzna przy gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średni | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,0650 | Mur z cegły dziurawki 120x250x65. | 0,640 | 1400 | 0,880 | 0,102 |
| 0,0400 | Styropian - inne przypadki. | 0,045 | 30 | 1,460 | 0,889 |
| 0,2400 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,141 |
| 0,1200 | Styropian ekstrudowany | 0,036 | 100 | 1,460 | 3,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m²·K/W]: | | | | | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 6,477 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,154 |
| | | | | | |
|  STR | Stropodach wentylowany | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot | | | | | |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Płyty korytkowe | 1,000 | 1900 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m²·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]: | | | | | 0,000 |
| 0,2000 | Wełna mineralna | 0,038 | 60 | 0,750 | 5,263 |
| 0,0600 | Wełna mineralna | 0,050 | 180 | | 1,200 |
| 0,2400 | Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22- | | 1400 | 0,840 | 0,180 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]: | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 6,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,146 |
| | | | | | |
|  SZK | Ściana zewnętrzna konstrukcyjna | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,3600 | Ściana trójwarstwowa | | | | 1,007 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 5,048 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|--------|-----------|--------|
| m | | W/(m·K) | kg/m³ | kJ/(kg·K) | m²·K/W |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,198 |
| | | | | | |
|  SZO | Ściana zewnętrzna osłonowa | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3700 | Mur z betonu komórkowego na zaprawie cem | 0,380 | 800 | 0,840 | 0,974 |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,1200 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 3,871 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m²·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m²·K/W]: | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]: | | | | | 5,039 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]: | | | | | 0,198 |
| | | | | | |