

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej

LOKALIZACJA: Gimnazjum nr 4
ul. Okrzei 6
81-228 Gdynia

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


AUTOR: mgr inż. Jarosław Kozub

Jarosław Kozub
Audytor energetyczny
KAPE 0188 ZAE 1121



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 - Gimnazjum nr 4 w Gdyni | | | | 1.2 Rok budowy: | 1959 | | | |
| 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. | Okrzei | nr | 6 |
| | ul. | Al. Marszałka Piłsudskiego | nr | 52/54 | | kod: | 81-228 | 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 KAPE 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: | | | 5 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. | 26 |
| 14 | Analiza ekonomiczna - system ciepłoty | | | | | | | str. | 27 |
| 15 | Część trzecia - wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, analiza ekonomiczna i energetyczna, wnioski | | | | | | | str. | 28 |
| 16 | Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych usprawnień | | | | | | | str. | 29 |
| 17 | Prezentacja przyjętych wariantów modernizacji | | | | | | | str. | 31 |
| 18 | Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu | | | | | | | str. | 33 |
| 19 | Wnioski | | | | | | | str. | 34 |
| 20 | Załącznik 1 - bilans cieplny stanu obecnego | | | | | | | str. | 35 |
| 21 | Załącznik 2 - bilans cieplny poszczególnych wariantów | | | | | | | str. | 44 |
| 22 | Załącznik 3 - zestawienie stolarki PCV do wymiany | | | | | | | str. | 53 |

Budynek w całości

| | | | | | |
|--|---|---|-----------|---|--|
| 1. Dane ogólne | | | | | |
| 1. Konstrukcja / technologia budynku: | | tradycyjna, murowana | | | |
| 2. Liczba kondygnacji: | | - | 5 | | |
| 3. Kubatura części ogrzewanej | | [m³] | 8 541 | | |
| 4. Powierzchnia netto budynku | | [m²] | 2 761,00 | | |
| 5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej | | [m²] | 0,00 | | |
| 6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | | [m²] | 2 761,00 | | |
| 7. Liczba mieszkań | | - | 0 | | |
| 8. Liczba osób użytkujących budynek | | - | 407 | | |
| 9. Sposób przygotowania ciepłej wody | | Zasobnik z grzałką elektryczną | | | |
| 10. Rodzaj systemu ogrzewania budynku | | Centralne zdalaczynne | | | |
| 11. Współczynnik kształtu A/V | | [1/m] | 0,52 | | |
| 12. Inne dane charakteryzujące budynek | | Budynek użyteczności publicznej - szkoła + mała sala gimnastyczna | | | |
| 2. | Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne | | [W/(m²K)] | stan przed modernizacją | stan po modernizacji |
| 1. Drzwi zewnętrzne do wymiany | | | | 3,60 | 1,30 |
| 2. Drzwi zewnętrzne | | | | 1,60 | 1,60 |
| 3. Okna PCV do wymiany | | | | 2,60 | 0,90 |
| 4. Okna PCV | | | | 1,30 | 1,30 |
| 5. Podłoga na gruncie | | | | 0,49 | 0,49 |
| 6. Podłoga w piwnicach | | | | 0,48 | 0,48 |
| 7. Stropodach niewentylowany | | | | 1,00 | 0,13 |
| 8. Stropodach wentylowany | | | | 0,93 | 0,13 |
| 9. Ściana zewnętrzna | | | | 1,43 | 0,19 |
| 10. Ściana zewnętrzna piwnic | | | | 1,45 | 0,19 |
| 11. Ściana zewnętrzna przy gruncie | | | | 0,70 | 0,19 |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego | | | | | |
| 1. Sprawność wytwarzania | | | | 0,99 | 0,99 |
| 2. Sprawność przesyłania | | | | 0,96 | 0,96 |
| 3. Sprawność regulacji i wykorzystania | | | | 0,82 | 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] | | 14 314 | 14 314 |
| 4. Liczba wymian | | | | 1,68 | 1,68 |

Budynek w całości

| 5. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
|---|---|---------------|--|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | [kW] | 366,6 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu | [kW] | 25,6 |
| 3. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | [GJ/rok] | 2 299,4 |
| 4. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [GJ/rok] | 2 950,5 |
| 5. | Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. | [GJ/rok] | 204,6 |
| 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] | Brak danych |
| 7. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m³rok)] | 74,8 |
| 8. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m³rok)] | 96,0 |
| 9. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu | [kWh/(m²rok)] | 297,1 |
| 6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | | |
| 1.a | Cena 1 GJ na ogrzewanie | [zł] | 61,98 |
| 1.b | Cena 1 GJ na produkcję c.w.u. | [zł] | 189,63 |
| 2. | Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc | [zł] | 11 311,03 |
| 3. | Opłata za podgrzanie 1m³ wody użytkowej | [zł] | - |
| 4. | Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc | [zł] | 0,00 |
| 5. | Opłata za ogrzewanie 1m² pow. użytkowej | [zł] | 7,02 |
| 6. | Opłata abonamentowa | [zł] | - |
| 7. | Opłata stała niezależnie od mocy | [zł] | - |
| 7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana suma kredytu [zł]: | | 1 866 715,66 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] |
| Planowane koszty całkowite [zł] | | 1 866 715,66 | Premia termomodernizacyjna [zł] |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł] | | 157 591,39 | |

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 27 lutego 2015 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.
11. Dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora oraz faktury za zakupioną energię.

Podstawowe wytyczne inwestora, ustalenia

| |
|--|
| Użytkownik sygnalizuje niedogrzenia w części pomieszczeń budynku wynikające z niwydolności systemu grzewczego mające wpływ na rozbieżności pomiędzy rzeczywistym zużyciem ciepła przez budynek a jego teoretycznym zapotrzebowaniem. |
|--|

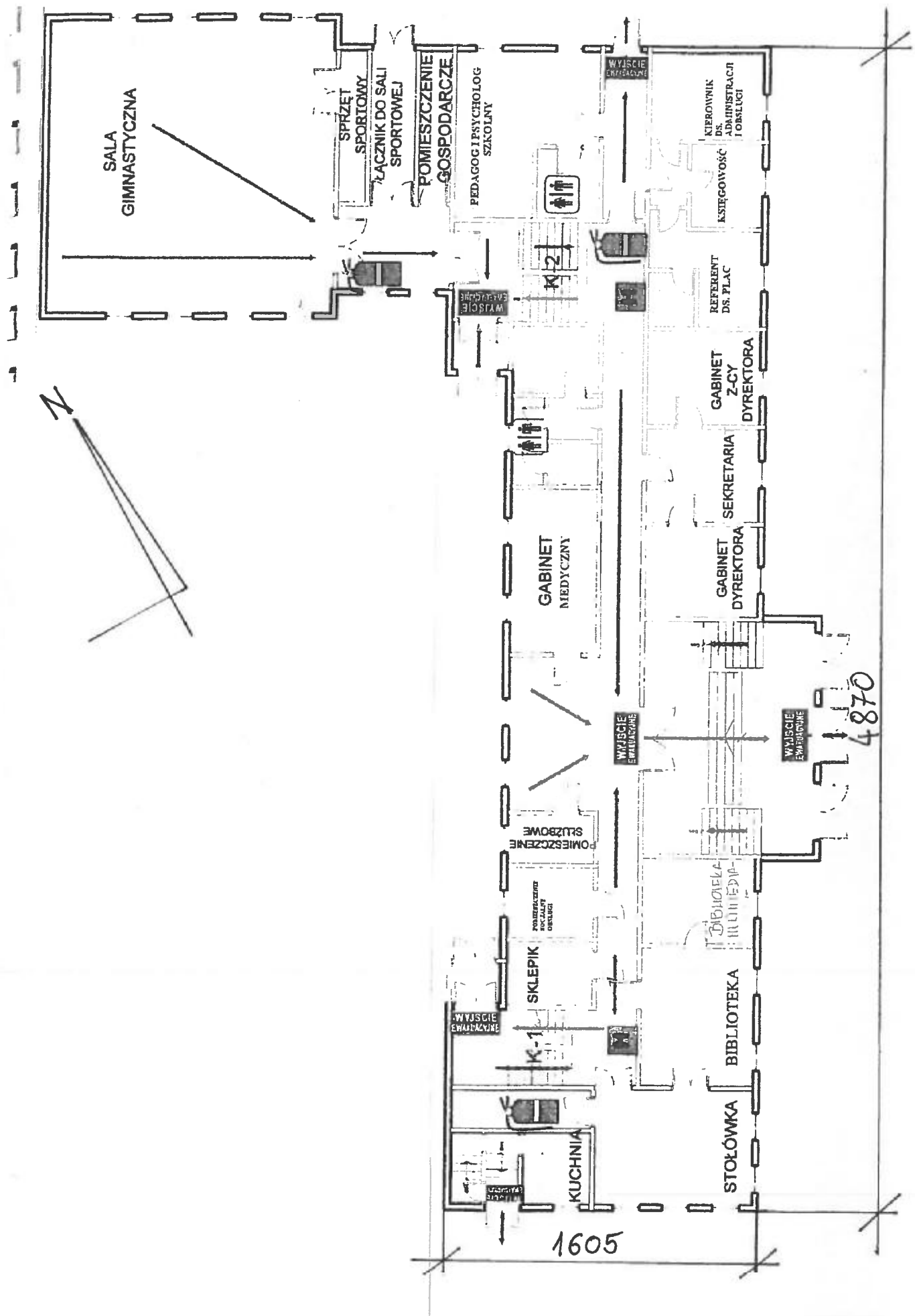
| |
|---|
| Wysokość środków własnych, jaką inwestor może przeznaczyć na zadanie termomodernizacyjne wynosi 0 zł. |
|---|

Część pierwsza

Dane inwentaryzacyjne, wyznaczenie
niezbędnych usprawnień
termomodernizacyjnych

Inwentaryzacja - dane techniczne budynku


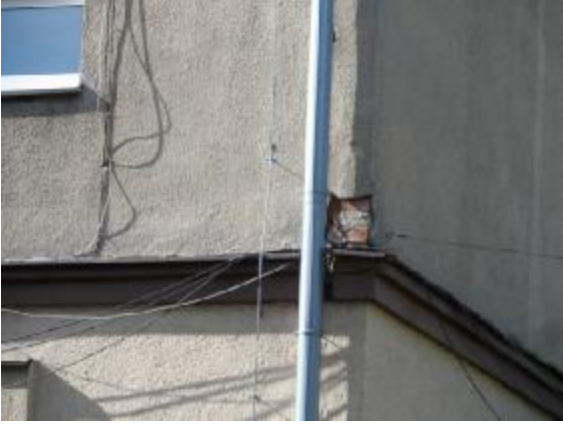

| Powierzchnia przegród zewnętrznych według rodzaju | | |
|---|-------------------|----------|
| Drzwi zewnętrzne do wymiany | [m ²] | 25,9 |
| Drzwi zewnętrzne | [m ²] | 6,3 |
| Okna PCV do wymiany | [m ²] | 106,1 |
| Okna PCV | [m ²] | 465,2 |
| Podłoga na gruncie | [m ²] | 135,1 |
| Podłoga w piwnicach | [m ²] | 604,7 |
| Stropodach niewentylowany | [m ²] | 145,0 |
| Stropodach wentylowany | [m ²] | 778,8 |
| Ściana zewnętrzna | [m ²] | 1 862,8 |
| Ściana zewnętrzna piwnic | [m ²] | 87,5 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | [m ²] | 225,2 |
| Wysokości | | |
| Zagłębienie w gruncie | [m] | 1,90 |
| Najczęstsza wysokość w świetle | [m] | 3,20 |
| Wysokość piwnicy w świetle | [m] | 2,33 |
| Najczęstsza wysokość brutto | [m] | 3,55 |
| Inne dane techniczne | | |
| liczba mieszkań | [szt.] | 0 |
| Liczba użytkowników | | 407 |
| Liczba kondygnacji | [szt.] | 5 |
| Liczba klatek schodowych | [szt.] | 2 |
| Dane powierzchniowe budynku | | |
| Powierzchnia użytkowa pomieszczeń mieszkalnych | [m ²] | 0,00 |
| Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych | [m ²] | 2 761,00 |
| Powierzchnia poddasza ogrzewanego | [m ²] | 0,0 |
| Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych pozostałych | [m ²] | 0,0 |
| Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych netto | [m ²] | 2 761,0 |
| Powierzchnia zabudowy | [m ²] | 868,9 |
| Całkowita powierzchnia brutto | [m ²] | 2 606,6 |
| Powierzchnia użytkowa | [m ²] | 2 761,00 |
| Dane kubaturowe budynku | | |
| Kubatura netto ogrzewana | [m ³] | 8 541 |
| Całkowita kubatura brutto | [m ³] | 12 000 |
| Współczynnik kształtu A/V [1/m] | | 0,52 |



Opis do uproszczonej dokumentacji technicznej budynku Gimnazjum nr 4, Gdynia ul. Okrzei 6 w Gdyni

| | | |
|--|---|---|
| <p>Dane ogólne, forma architektoniczna</p> |  | <p>Budynek wolnostojący, wzniesiony w 1959 roku na planie zespołu prostokątów. Obiekt posiada cztery kondygnacje nadziemne w większości podpiwniczony – piwnice ogrzewane, budynek przykryty dachem płaskim. Obiekt składa się z segmentu dydaktycznego oraz sportowego (mała sala gimnastyczna). Forma rozczłonkowana.</p> |
| <p>Konstrukcja budynku, technologia wykonania</p> |  | <p>Ściany zewnętrzne murowane - układ konstrukcyjny podłużny. Stropy gęstożebrowe. Stropodach wentylowany nad częścią dydaktyczną. Nad małą salą gimnastyczną dach płaski nieocieplony.</p> |
| <p>Charakterystyka funkcjonalno- przestrzenna</p> |  | <p>Budynek wykorzystywany jest na cele dydaktyczne. Główne wejście znajduje się od strony elewacji frontowej.</p> |
| <p>Elementy charakterystycz- ne</p> |  | <p>Rozczłonkowana bryła budynku.</p> |

ELEWACJE

| | | |
|---|---|--|
| <p>Warstwa fakturowa, tynk</p> |  | <p>Budynek otynkowany tynkiem cementowo-wapiennym.</p> |
| <p>Stolarka okienna i drzwiowa</p> |  | <p>Stolarka okienna – PCV stan techniczny dobry i zły (wymiana przed rokiem 2000) - do ponownej wymiany.</p> |
| <p>Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie, parapety</p> |  | <p>Opierzenia oraz rury spustowe z blachy ocynkowanej.</p> |
| <p>Elementy charakterystyczne</p> |  | <p>Przybudowana hala sportowa (rok 2003)</p> |

STAN TECHNICZNY

| | | |
|--|---|---|
| <p>Warstwa fakturowa, tynk</p> |  | <p>Zły stan techniczny. Zawilgocenia i zabrudzenia szczególnie w strefie ponad cokołem. Odparzenia tynku.</p> |
| <p>Cokół</p> |  | <p>Stan techniczny cokołu dostateczny.</p> |
| <p>Stolarka okienna</p> |  | <p>Stan techniczny stolarki okiennej PCV dobry, część okien w złym stanie technicznym.</p> |
| <p>Rynny i rury spustowe, obróbki blacharskie</p> |  | <p>Rynny i rury spustowe w stanie dostatecznym</p> |

| | | |
|---|---|---|
| Stolarka drzwiowa zewnątrzna |  | Stan techniczny drzwi zewnętrznych nowych dobry. Stolarka starego typu w stanie złym. |
| Instalacja c.o. |  | Grzejniki żeliwne, częściowo płytowe. Instalacja w złym stanie technicznym. |
| Źródło ciepła | | Węzeł cieplny grupowy zlokalizowany w piwnicy budynku - własność dostawcy ciepła. |
| Wentylacja mechaniczna | | Brak |

| Inwentaryzacja - charakterystyka energetyczna budynku | | |
|---|--------------|--------------|
| Moc zamówiona | | |
| Moc zamówiona c.o. | [kW] | 252,0 |
| Moc zamówiona c.w.u. | [kW] | 0,0 |
| Sumaryczna moc zamówiona dla budynku | [kW] | 252,0 |
| Zużycie energii cieplnej za lata poprzednie | | |
| Sumaryczne średnie zużycie ciepła za lata poprzednie (suma zużycia c.o i c.w.u.) | [GJ/a] | Brak danych |
| Za okres | - | - |
| Koszty jednostkowe energii cieplnej na cele c.o. przed i po modernizacją (taryfa przedsiębiorstwa ciepłowniczego) | | |
| Opłata stała | [PLN/MW*m-c] | 11 311,03 zł |
| Opłata zmienna | [PLN/GJ] | 61,98 zł |

Inwentaryzacja - charakterystyka systemu grzewczego oraz instalacji

| System grzewczy | | |
|---|---|--------|
| Rodzaj zasilania budynku, opis urządzeń | Budynek zasilany w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej za pośrednictwem grupowego węzła cieplnego w piwnicach budynku - własność dostawcy ciepła. Instalacja c.o. oparta o grzejniki żeliwne i płytowe, częściowo 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 | Częściowa wymiana grzejników, częściowy montaż zaworów termostatycznych. | |
| Instalacja centralnego ogrzewania budynku | | |
| Zasilanie instalacji | pompowe | |
| Parametry wody instalacyjnej | [st. C] | 85/60 |
| Rodzaj grzejników / usytuowanie | żeliwne i stalowe usytuowane pod oknami | |
| Rodzaj przewodów instalacyjnych | stalowe | |
| Zawory z głowicami termostatycznymi | częściowo | |
| Zawory regulacyjne podpionowe | - | |
| Dodatkowa izolacja za grzejnikami | - | |
| Prowadzenie / izolacja pionów | po wierzchu / brak izolacji | |
| Prowadzenie / izolacja poziomów | po wierzchu / izolacja w złym stanie technicznym | |
| Sprawności składowe systemu grzewczego przed modernizacją | | |
| Sprawność wytwarzania | - | 0,99 |
| Sprawność przesyłania | - | 0,96 |
| Sprawność regulacji i wykorzystania | - | 0,82 |
| 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 centralne - zasobnik z grzałką elektryczną. | |
| 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 | - | 14 314 |
| Średni współczynnik c_r dla budynku | - | 1,00 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego | - | 14 314 |

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 | 8540,7 | 1,68 | 14314 |
| SUMA | | | | 14314 |
| Wielkości sumarycznie | | | | |
| Obliczeniowa ilość powietrza wentylacyjnego | | | [m ³ /h] | 14314 |
| Średni współczynnik korekcyjny (c_{r, c_w}) | | | - | 1,00 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją | | | [m ³ /h] | 14314 |

Stan techniczny budynku, wskazanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

| System grzewczy | | |
|---|--|--|
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Zasilanie budynku | Budynek zasilany w ciepło z węzła ciepłego grupowego zasilanego z m.s.c. | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. Montaż grzejników płytowych wyposażonych w urządzenia do miejscowej regulacji temperatury (zawory termostatyczne lub regulatory strefowe). Pełna automatyka obiegu grzewczych. Regulacja. Centralny monitoring zużycia energii cieplnej. |
| Poziomy c.o. w piwnicy | Stan techniczny zły | |
| Urządzenia wykonawcze grzejniki c.o. | Konwektory wodne żeliwne i stalowe, zły stan techniczny. | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Ściany zewnętrzne | Ściany zewnętrzne nieocieplone, zły stan techniczny elewacji. W części niepodpiwniczonej (mała sala gimnastyczna) widoczne ślady działania wody - odparzenia tynku i zawilgocenia w strefie przyziemnej. | Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych i strefy 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 PCV (montaż przed rokiem 2000) w złym stanie technicznym. Pozostała stolarka PCV w stanie dobrym. | Przewiduje się wymianę części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę energooszczędną PCV o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 0,9 W/m ² K. |
| Stolarka drzwiowa | Drzwi zewnętrzne w stanie dobrym i złym. | Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu na energooszczędne. |
| Dach / stropodach | Dachy nad całością budynku niedocieplone. Zły stan techniczny pokrycia papowego. | Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego nad częścią sportową (małą salą gimnastyczną) za pomocą styropianu EPS 100 lub wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż 0,038 W/mK. Pokrycie papą termozgrzewalną. Docieplenie dachu części dydaktycznej za pomocą wełny mineralnej lub celulozy luzem (metoda pneumatyczna) - współczynnik przewodzenia |
| Instalacja c.w.u. | | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| c.w.u. | Wytwarzanie centralne, zły stan techniczny urządzeń i instalacji. | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. |
| Wentylacja | | |
| Element | Stan techniczny | Proponowane rozwiązanie |
| Wentylacja | Obserwuje się niedobór powietrza wentylacyjnego na sali gimnastycznej i w części gastronomicznej. | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). 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 zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------------|-----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 11 311,03 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 61,98 | 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 stopniociepnych | $S_d =$ | 3 597 | dzień×K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U =$ | 1,43 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\Sigma c} =$ | 1 862,8 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 24,15 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych za pomocą styropianu specjalnego (grafitowego) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 14 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 - 14 cm | 344,40 zł/m ² | 4,52 | 0,192 | 55 617,00 zł | 11,535 | 641 548,32 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm | 350,55 zł/m ² | 4,84 | 0,181 | 56 119,25 zł | 11,636 | 653 004,54 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm | 319,80 zł/m ² | 3,23 | 0,255 | 52 782,66 zł | - | 595 723,44 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm | 332,10 zł/m ² | 3,87 | 0,219 | 54 399,84 zł | - | 618 635,88 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,216$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT 2021 $R_{min}=5,0$ 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 usprawnienia 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 | $O_m = 11\,311,03$ | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z = 61,98$ | 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, | $S_d = 3\,597$ | dnie × K/a |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody zewnętrznej, określony zgodnie z Polską Normą | $U = 1,45$ | W/(m ² × K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\text{śc}} = 87,5$ | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E = 24,15$ | (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 14 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 - 14 cm | 391,14 zł/m ² | 4,52 | 0,192 | 2 667,34 zł | 12,835 | 34 236,48 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 15 cm | 399,75 zł/m ² | 4,84 | 0,181 | 2 691,05 zł | 13,002 | 34 990,12 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 10 cm | 356,70 zł/m ² | 3,23 | 0,256 | 2 533,41 zł | - | 31 221,95 zł |
| Docieplenie ścian - materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK - 12 cm | 373,92 zł/m ² | 3,87 | 0,219 | 2 609,85 zł | - | 32 729,22 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,204$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ 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 | $O_m = 11\,311,03$ | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z = 61,98$ | 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 | $U = 0,70$ | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia ścian - powierzchnia zewnętrzna netto po odjęciu otworów okiennych i drzwiowych | $A_{\text{śc}} = 225,2$ | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E = 24,15$ | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji piwnicznej przy gruncie za pomocą styropianu ekstrudowanego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ 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 | 437,88 zł/m ² | 3,33 | 0,186 | 2 795,44 zł | 35,276 | 98 610,58 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 14 cm | 457,56 zł/m ² | 3,89 | 0,165 | 2 909,65 zł | 35,414 | 103 042,51 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 15 cm | 467,40 zł/m ² | 4,17 | 0,156 | 2 958,60 zł | 35,577 | 105 258,48 zł |
| Docieplenie ścian fundamentowych - styropian ekstrudowany - 10 cm | 418,20 zł/m ² | 2,78 | 0,213 | 2 648,60 zł | - | 94 178,64 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 5,376$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 4,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=5,0$ 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 stropodachu wentylowanego

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------|-----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 11 311,03 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 61,98 | 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 | $U =$ | 0,93 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza | $A =$ | 778,8 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 24,15 | (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 25 cm. Docieplenie o grubości 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. 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 stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 25 cm | 202,95 zł/m ² | 6,58 | 0,131 | 15 052,92 zł | 10,500 | 158 059,49 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 30 cm | 233,70 zł/m ² | 7,89 | 0,111 | 15 413,47 zł | 11,808 | 182 007,90 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 35 cm | 264,00 zł/m ² | 9,21 | 0,097 | 15 681,77 zł | 13,111 | 205 605,84 zł |
| Docieplenie stropodachu wentylowanego - wełna mineralna luzem 20 cm | 172,20 zł/m ² | 5,26 | 0,158 | 14 542,66 zł | - | 134 111,08 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,653$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 - $R_{min}=6,66$ 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 usprawnienia 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 dachu płaskiego - mała sala gimnastyczna

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|---|------------|-----------|-----------------------|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 11 311,03 | zł/(MW) ×miesiąc |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 61,98 | 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 | $U =$ | 1,00 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia stropu/dachu/podłogi poddasza | $A =$ | 145,0 | m ² |
| Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii w wyniku usprawnienia termomodernizacyjnego | $W_E =$ | 24,15 | (zł×K)/W×a |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się docieplenie dachu płaskiego budynku (mała sala gimnastyczna) styropianem lub wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038$ W/mK - pokrycie papą termozgrzewalną. Na podstawie poniższej analizy ekonomicznej wykazano optymalną grubość izolacji równą 25 cm. Docieplenie o grubości 18 i 20 cm nie spełnia wymogów rozporządzenia. 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 dachu (mała sala gimnastyczna) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 25 cm | 231,24 zł/m ² | 6,58 | 0,132 | 3 046,60 zł | 11,006 | 33 529,80 zł |
| Docieplenie dachu (mała sala gimnastyczna) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 30 cm | 256,00 zł/m ² | 7,89 | 0,112 | 3 114,99 zł | 11,917 | 37 120,00 zł |
| Docieplenie dachu (mała sala gimnastyczna) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 18 cm | 196,80 zł/m ² | 4,74 | 0,174 | 2 898,15 zł | - | 28 536,00 zł |
| Docieplenie dachu (mała sala gimnastyczna) - styropian EPS 100 lub wełna mineralna - 20 cm | 206,64 zł/m ² | 5,26 | 0,160 | 2 949,48 zł | - | 29 962,80 zł |
| Opór cieplny przegrody po modernizacji wynoszący $R = 7,577$ m ² K/W jest większy od wymaganego wynoszącego $R_{min} = 5,0$ m ² K/W oraz zgodnego z WT2021 $R_{min}=6,66$ 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 usprawnienia 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 okiennej PCV

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|------------|-----------|--|
| Opłata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 11 311,03 | zł/(MW) × miesiąc] |
| Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 61,98 | 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 | $U =$ | 2,60 | W/(m ² × K) |
| Powierzchnia okien do wymiany | $A =$ | 106,1 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane 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 okien na stolarkę PCV, $U = 0,9$ W/m ² K | 959,40 zł/m ² | 1,00 | 0,90 | 4 355,13 zł | 23,369 | 101 773,15 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,3$ W/m ² K | 934,80 zł/m ² | 1,00 | 1,30 | 3 330,39 zł | 29,775 | 99 163,58 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,6$ W/m ² K | 910,20 zł/m ² | 1,00 | 1,60 | 2 561,84 zł | 37,689 | 96 554,02 zł |
| Wymiana okien na stolarkę PCV, $U = 1,8$ W/m ² K | 885,60 zł/m ² | 1,00 | 1,80 | 2 049,47 zł | 45,838 | 93 944,45 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę części okien PCV w budynku (załącznik) 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 starego typu

Dane ogólne do obliczeń

| | | | |
|--|------------|-----------|--|
| Opiata za 1MW mocy zamówionej | $O_m =$ | 11 311,03 | zł/(MW) ×miesiąc] |
| Opiata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej | $O_z =$ | 61,98 | 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 | $U =$ | 3,60 | W/(m ² ×K) |
| Powierzchnia drzwi do wymiany | $A =$ | 25,9 | m ² |
| Współczynniki przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określone w oparciu o Tabelę 1 z rozporządzenia MI | $a_0 =$ | 1,00 | [m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})] |
| | $a_1 =$ | 1,00 | |
| 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 | 1 439,73 zł | 53,146 | 76 515,84 zł |
| Wymiana drzwi na stolarkę energooszczędną, U = 1,7 W/m ² K | 2 706,00 zł/m ² | 1,00 | 1,70 | 1 189,34 zł | 58,973 | 70 139,52 zł |

Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych starego typu 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,

Wybór optymalnego wariantu usprawnienia wentylacji mechanicznej

| Dane ogólne do obliczeń | | | |
|-------------------------|-----------|---------------------|---|
| $O_m =$ | 11 311,03 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej |
| $O_z =$ | 61,98 | [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_{rd} | SPBT | Rodzaj usprawnienia | Nu |
|-----------|--------|--|------------|
| 11 761,14 | 9,224 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 108 486,00 |
| 9 243,13 | 11,178 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik krzyżowy o sprawności znamionowej 70%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 103 320,00 |

Wymiennik obrotowy:

krzyżowy:

Oszczędność energii dla wentylacji po modernizacji: 129,3 GJ/a

100,99 GJ/a

Redukcja mocy po modernizacji: 27,61 kW

21,98 kW

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

Dane ogólne do obliczeń:

| | | | |
|-------------|--------|---------------------|---|
| $O_{m0} =$ | 0,00 | [zł/(MW × miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją |
| $O_{z0} =$ | 189,63 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją |
| $O_{m1} =$ | 0,00 | [zł/GJ] | Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji |
| $O_{z1} =$ | 189,63 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji |
| $Q_{ocw} =$ | 204,6 | [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] | |
| $q_{ocw} =$ | 25,6 | [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 |
|-------|-------|------------|-------|---|------------------|---------------|
| 50,0 | 25,6 | 29 310,35 | 5,908 | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą złączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. | - | 173 160,00 zł |
| 204,6 | 25,6 | 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 |
| 2,2703 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. |
| 42,00 % | Średnia sprawność wytwarzania c.w.u. |
| 204,6 GJ/a | Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło c.w.u. dla budynku |
| 0,227 m ³ /h | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{grh}) |
| 2,151 - | Współczynnik nierównomierności rozbioru wody |
| 0,488 m ³ /h | Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. dla budynku (Q_{maxh}) |
| 0 dm ³ | Rzeczywista pojemność zasobników c.w.u. |
| 25,6 kW | Moc cieplna dla potrzeb c.w.u. bez uwzględnienia akumulacji (q_{maxh}) |
| 25,6 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. | 1,00 | 2,50 |
| Sprawność przesyłu c.w.u. | 0,50 | 0,80 |
| Sprawność akumulacji c.w.u. | 0,84 | 0,86 |

Wybór optymalnego wariantu modernizacji systemu grzewczego

Dane ogólne do obliczeń:

| | | | |
|-------------|-----------|-----------------------|--|
| $O_m =$ | 11 311,03 | [zł/(MW ×miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej przed modernizacją |
| $O_{m1} =$ | 11 311,03 | [zł/(MW ×miesiąc)] | Opłata za 1MW mocy zamówionej po modernizacji systemu grzewczego |
| $O_z =$ | 61,98 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej przed modernizacją |
| $O_{z1} =$ | 61,98 | [zł/GJ] | Opłata za zużycie 1GJ lub koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej po modernizacji systemu grzewczego |
| $Q_{oco} =$ | 2 299,4 | [GJ] | Sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą |
| $q_0 =$ | 366,6 | [kW] | Zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku |
| $h_0 =$ | 0,78 | - | 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} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|--|------------------|-------|---------------|
| 20 988,64 | 0,84 | 366,6 | 0,99 | 0,96 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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. | - | 16,71 | 350 796,00 zł |
| 0,00 | 0,78 | 366,6 | 0,99 | 0,96 | 0,82 | 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 USPRAWNIECIA 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, USZERELOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT**

| L.p. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|------|--|-----------------------------|-------------|
| 1 | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. | 173 160,00 | 5,91 |
| 2 | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | 108 486,00 | 9,22 |
| 3 | Docieplenie dachu małej sali gimnastycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. | 191 589,29 | 10,59 |
| 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) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm. | 774 395,38 | 12,68 |
| 5 | Wymiana części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m ² K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m ² K. | 178 288,99 | 30,77 |

**RODZAJE USPRAWNIENÍ 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 | - | $h_g =$ | 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. 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 instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.</p> <p>Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu małej sali gimnastycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.</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 cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p> <p>Wymiana części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.</p> | 212,9 | 25,6 | 1071,8 | 50,0 | 0,836 | 1267,4 | 59,83% | 90 000,00 |
| 2 | <p>Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.</p> <p>Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania.</p> <p>Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.</p> <p>Docieplenie dachu małej sali gimnastycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.</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 cokolowa) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.</p> | 221,5 | 25,6 | 1145,1 | 50,0 | 0,836 | 1350,7 | 57,19% | 90 000,00 |

| | | | | | | | | | |
|---|--|-------|------|--------|-------|-------|--------|--------|-----------|
| 3 | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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. | 312,1 | 25,6 | 1938,7 | 50,0 | 0,836 | 2252,1 | 28,62% | 90 000,00 |
| | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. | | | | | | | | |
| | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | | | | | | | | |
| | Docieplenie dachu małej sali gimnastycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego. | | | | | | | | |
| 4 | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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. | 339,2 | 25,6 | 2166,4 | 50,0 | 0,836 | 2510,8 | 20,42% | 90 000,00 |
| | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. | | | | | | | | |
| | Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze. | | | | | | | | |
| 5 | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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. | 366,6 | 25,6 | 2299,4 | 50,0 | 0,836 | 2661,9 | 15,63% | 90 000,00 |
| | Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania. | | | | | | | | |
| 6 | Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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. | 366,6 | 25,6 | 2299,4 | 204,6 | 0,836 | 2816,5 | 10,73% | 45 000,00 |

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO 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 | 1 866 715,66 | 157 591,39 | 59,83% | 1 866 715,66 | 373 343,13 | 298 674,51 | 315 182,77 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 2 | WARIANT 2 | 1 688 426,67 | 151 255,66 | 57,19% | 1 688 426,67 | 337 685,33 | 270 148,27 | 302 511,32 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 3 | WARIANT 3 | 914 031,29 | 83 092,54 | 28,62% | 914 031,29 | 182 806,26 | 146 245,01 | 166 185,07 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 4 | WARIANT 4 | 722 442,00 | 63 382,64 | 20,42% | 722 442,00 | 144 488,40 | 115 590,72 | 126 765,28 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 5 | WARIANT 5 | 613 956,00 | 50 298,99 | 15,63% | 613 956,00 | 122 791,20 | 98 232,96 | 100 597,98 |
| | | | | | 100,00 | | | |
| 6 | WARIANT 6 | 395 796,00 | 20 988,64 | 10,73% | 395 796,00 | 79 159,20 | 63 327,36 | 41 977,28 |
| | | | | | 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:

Montaż pomp ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zakłada się jedno urządzenie zasobnikowe np. Vitocal 060-A z dodatkową wkładką grzewczą załączaną przy temp. poniżej -5 st.C. na kondygnację. Praca na powietrzu zewnętrznym. Wymiana instalacji c.w.u. - dostosowanie do nowego źródła zasilania.

Zastosowanie wentylacji wymuszonej w części gastronomicznej i w pomieszczeniach sportowych (mała sala gimnastyczna). Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła - wymiennik rotacyjny o sprawności znamionowej 85%. Izolacja przewodów doprowadzających powietrze.

Docieplenie dachu małej sali gimnastycznej styropianem EPS 100 lub wełną mineralną 0,038 W/mK - 25 cm oraz stropodachów wentylowanych - metoda pneumatyczna, wełna mineralna lub celuloza 0,038 W/mK luzem - warstwa 25 cm. Wymiana pokrycia dachowego.

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) - styropian specjalny o współczynniku przewodzenia ciepła 0,031 W/mK, 14 cm.

Wymiana części okien PCV (załącznik) w całym budynku na stolarkę PCV o maksymalnym współczynniku przenikania ciepła 0,9 W/m²K. Wymiana drzwi starego typu na energooszczędne, U=1,3 W/m²K.

Wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Montaż regulacji godzinowo-dobowej. 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.

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 należyтым stanie technicznym i funkcjonalnym, należy przeprowadzać okresowe kontrole i konserwacje zgodnie z zaleceniami producenta.

mgr inż. Jarosław Kozub

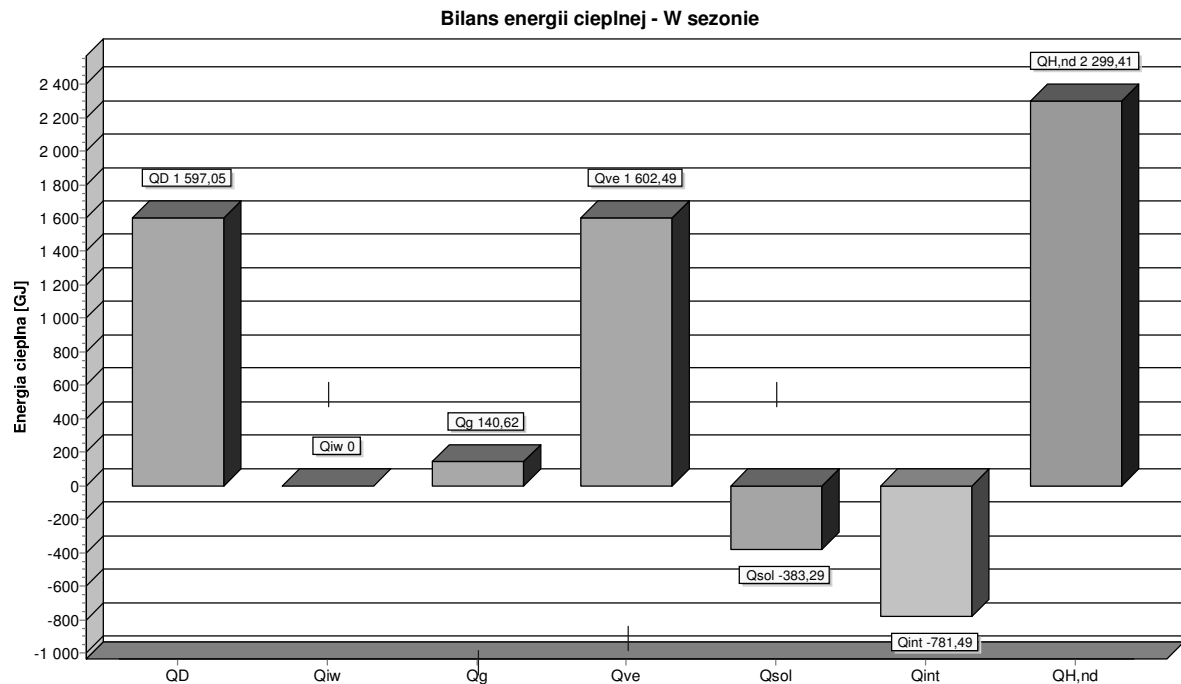
Załącznik 1

**Bilans energetyczny budynku przed
modernizacją**

Wyniki - Ogólne

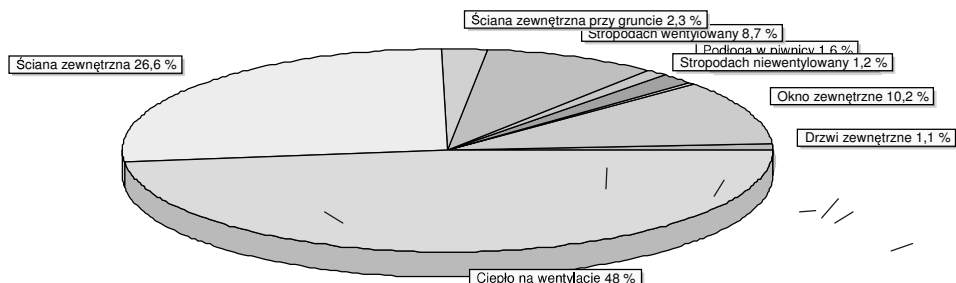
| | | |
|--|--|----------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | Bilans energetyczny budynku - stan obecny | |
| | Gimnazjum nr 4 | |
| Miejscowość: | Gdynia | |
| Adres: | Okrzei 6 | |
| Projektant: | Marcin Rosenow | |
| Plik danych: | C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\gim 4\ | |
| 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 : | 2761,0 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 8540,8 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 190943 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 175651 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 366594 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 366594 | 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 $V_{v,H}$: | 14313,8 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 2299,41 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 638725 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 2761 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 8540,8 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 832,8 | MJ/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 231,3 | kWh/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 269,2 | MJ/ (m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 74,8 | 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,nd} GJ/rok |
|-----|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ■ | Styczeń | 31 | 2,0 | 235,68 | 0,00 | 20,71 | 230,67 | 0,975 | 21,97 | 88,74 | 379,07 |
| ■ | Luty | 28 | 1,2 | 222,57 | 0,00 | 19,56 | 241,14 | 0,979 | 22,05 | 80,15 | 383,23 |
| ■ | Marzec | 31 | 3,5 | 215,53 | 0,00 | 18,95 | 211,05 | 0,957 | 44,93 | 88,74 | 317,63 |
| ■ | Kwiecień | 30 | 7,7 | 154,00 | 0,00 | 13,57 | 156,10 | 0,896 | 70,01 | 85,88 | 183,94 |
| ■ | Maj | 31 | 10,7 | 118,84 | 0,00 | 10,51 | 116,86 | 0,796 | 93,36 | 88,74 | 101,21 |
| ■ | Czerwiec | 0 | 15,5 | 52,63 | 0,00 | 4,72 | 54,06 | 0,510 | 97,64 | 85,88 | 17,79 |
| ■ | Lipiec | 0 | 18,7 | 14,85 | 0,00 | 1,50 | 15,44 | 0,162 | 104,37 | 88,74 | 0,45 |
| ■ | Sierpień | 0 | 16,3 | 43,82 | 0,00 | 3,96 | 43,96 | 0,461 | 83,27 | 88,74 | 12,37 |
| ■ | Wrzesień | 30 | 14,5 | 65,63 | 0,00 | 5,85 | 67,14 | 0,687 | 56,23 | 85,88 | 41,00 |
| ■ | Październik | 31 | 8,7 | 145,70 | 0,00 | 12,85 | 143,02 | 0,919 | 37,51 | 88,74 | 185,52 |
| ■ | Listopad | 30 | 4,0 | 202,08 | 0,00 | 17,77 | 204,51 | 0,971 | 19,12 | 85,88 | 322,42 |
| ■ | Grudzień | 31 | 1,9 | 237,02 | 0,00 | 20,83 | 231,98 | 0,978 | 18,11 | 88,74 | 385,38 |
| | W sezonie | 273 | 8,8 | 1597,05 | 0,00 | 140,62 | 1602,49 | 0,894 | 383,29 | 781,49 | 2299,41 |

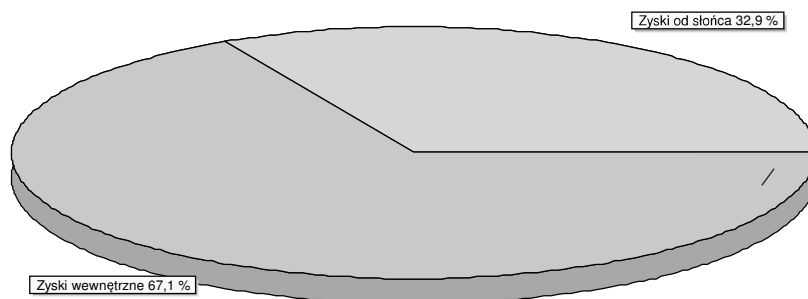
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1,1 % Drzwi zewnętrzne | 10,2 % Okno zewnętrzne | 0,3 % Podłoga na gruncie |
| 1,6 % Podłoga w piwnicy | 1,2 % Stropodach niewentylowany | 8,7 % Stropodach wentylowany |
| 2,3 % Ściana zewnętrzna przy gruncie | 26,6 % Ściana zewnętrzna | 48 % Ciepło na wentylację |

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Drzwi zewnętrzne | 37,56 | 10434 | 1,1 |
| Okno zewnętrzne | 340,68 | 94633 | 10,2 |
| Podłoga na gruncie | 8,84 | 2457 | 0,3 |
| Podłoga w piwnicy | 54,96 | 15267 | 1,6 |
| Stropodach niewentylowany | 39,21 | 10892 | 1,2 |
| Stropodach wentylowany | 289,99 | 80551 | 8,7 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 76,81 | 21337 | 2,3 |
| Ściana zewnętrzna | 889,61 | 247113 | 26,6 |
| Ciepło na wentylację | 1602,49 | 445135 | 48,0 |
| Razem | 3340,15 | 927820 | 100,0 |

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej






32,9 % Zyski od słońca 67,1 % Zyski wewnętrzne

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|------------------|---------|---------|-------|
| *Zyski od słońca | 383,29 | 106470 | 32,9 |
| Zyski wewnętrzne | 781,49 | 217081 | 67,1 |
| Σ Razem | 1164,78 | 323551 | 100,0 |





Wyniki - Zestawienie przegród

| Opis | U | A |
|--------------------------------|---------------------|----------------|
| | W/m ² ·K | m ² |
| Drzwi zewnętrzne do wymiany | 3,600 | 25,92 |
| Drzwi zewnętrzne | 1,600 | 6,30 |
| Okna PCV do wymiany | 2,600 | 106,08 |
| Okna PCV | 1,300 | 465,18 |
| Podłoga na gruncie | 0,487 | 135,12 |
| Podłoga w piwnicach | 0,479 | 604,74 |
| Stropodach niewentylowany | 1,002 | 145,00 |
| Stropodach wentylowany | 0,931 | 778,81 |
| Ściana zewnętrzna | 1,428 | 1862,80 |
| Ściana zewnętrzna piwnic | 1,454 | 87,53 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 0,700 | 225,20 |

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 | Stropodach niewentylowany | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil | | | | | |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,293 |
| 0,1000 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,100 |
| 0,0500 | Suprema | 0,300 | | | 0,167 |
| 0,2700 | Strop DMS o gr.27 cm | | | | 0,280 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| 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]: | | | | | 0,998 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 1,002 |
| | | | | | |
|  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: 1,90 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]: | | | | | 1,913 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 2,086 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,479 |
| | | | | | |
|  PG2 | Podłoga na gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ | | | | | |
| 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 | | | | | |
| 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| 0,1000 | Podkład z betonu pod posadzkę. | 1,400 | 2200 | 0,840 | 0,071 |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1500 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,143 |
| 0,3000 | Żwir. | 0,900 | 1800 | 0,840 | 0,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,446 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 2,052 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,487 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
|  SC | Ściana zewnętrzna piwnic | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 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]: | | | | | 0,688 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | 1,454 |
| | | | | | |
|  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: 1,90 m | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,924 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,429 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,700 |
| | | | | | |
|  STR | Stropodach wentylowany | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot | | | | | |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,000 |
| 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,050 |
| 0,0500 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,556 |
| 0,2200 | Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak | | 1300 | 0,840 | 0,260 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,074 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,931 |
| | | | | | |
|  SZ | Ściana zewnętrzna | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,040 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|----------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,700 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 1,428 |
| | | | | | |

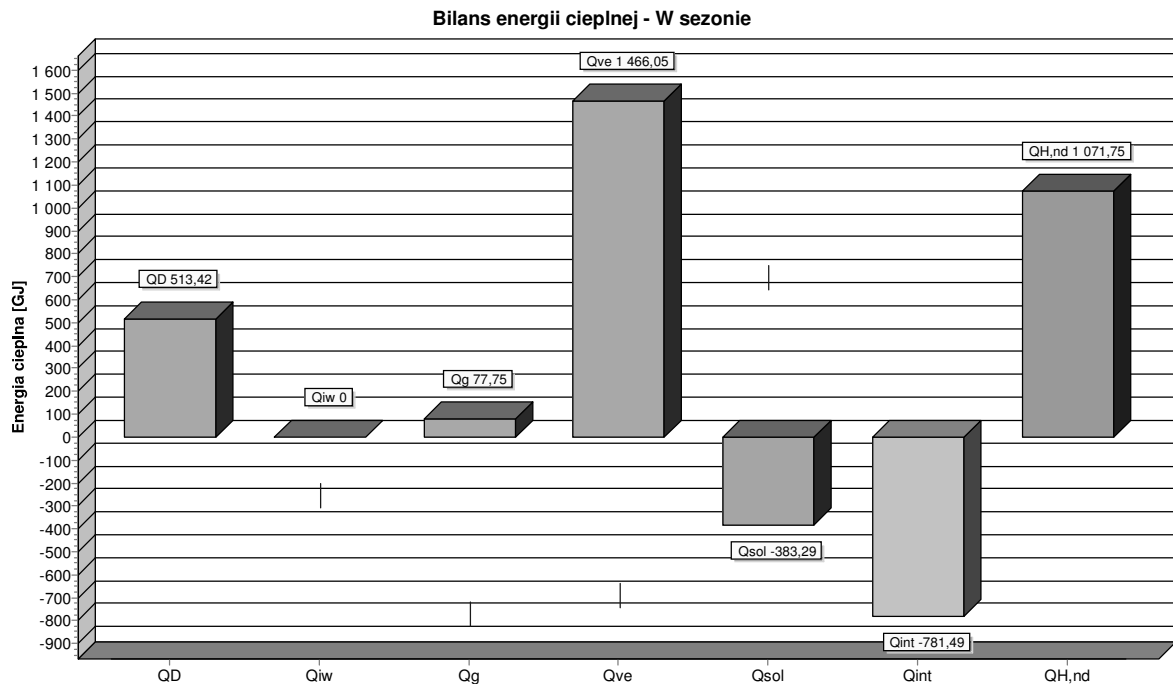
Załącznik 2

Bilans energetyczny budynku dla
optymalnego wariantu przedsięwzięcia
termomodernizacyjnego

Wyniki - Ogólne

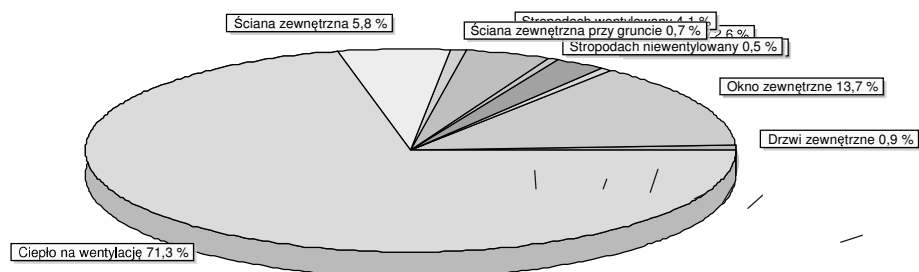
| | | |
|--|---|----------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | Bilans energetyczny budynku - po modernizacji | |
| | Gimnazjum nr 4 | |
| Miejscowość: | Gdynia | |
| Adres: | Okrzei 6 | |
| Projektant: | Marcin Rosenow | |
| Plik danych: | C:\Users\hp\Desktop\Robocze\UM Gdynia\gim 4\ | |
| 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 : | 2761,0 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 8540,8 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 64636 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 148252 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 212888 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 212888 | 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 $V_{v,H}$: | 14584,6 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 1071,75 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 297709 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 2761 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 8540,8 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 388,2 | MJ/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 107,8 | kWh/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 125,5 | MJ/ (m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 34,9 | 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} | $Q_{H,nd}$ |
|-----|-------------|-----------|------------|--------|-----------|--------|----------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | dni | °C | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok |
| ■ | Styczeń | 31 | 2,0 | 75,69 | 0,00 | 11,48 | 210,43 | 0,972 | 21,97 | 88,74 | 189,97 |
| ■ | Luty | 28 | 1,2 | 71,48 | 0,00 | 10,84 | 219,90 | 0,978 | 22,05 | 80,15 | 202,24 |
| ■ | Marzec | 31 | 3,5 | 69,22 | 0,00 | 10,49 | 192,68 | 0,943 | 44,93 | 88,74 | 146,31 |
| ■ | Kwiecień | 30 | 7,7 | 49,46 | 0,00 | 7,47 | 142,96 | 0,843 | 70,01 | 85,88 | 68,52 |
| ■ | Maj | 31 | 10,7 | 38,17 | 0,00 | 5,74 | 107,45 | 0,683 | 93,36 | 88,74 | 26,91 |
| ■ | Czerwiec | 0 | 15,5 | 17,48 | 0,00 | 2,69 | 51,43 | 0,377 | 97,64 | 85,88 | 2,36 |
| ■ | Lipiec | 0 | 18,7 | 5,00 | 0,00 | 0,91 | 14,57 | 0,106 | 104,37 | 88,74 | 0,02 |
| ■ | Sierpień | 0 | 16,3 | 14,91 | 0,00 | 2,35 | 42,37 | 0,338 | 83,27 | 88,74 | 1,42 |
| ■ | Wrzesień | 30 | 14,5 | 21,56 | 0,00 | 3,29 | 63,13 | 0,558 | 56,23 | 85,88 | 8,71 |
| ■ | Październik | 31 | 8,7 | 46,80 | 0,00 | 7,06 | 131,12 | 0,879 | 37,51 | 88,74 | 73,96 |
| ■ | Listopad | 30 | 4,0 | 64,90 | 0,00 | 9,83 | 186,76 | 0,966 | 19,12 | 85,88 | 160,05 |
| ■ | Grudzień | 31 | 1,9 | 76,12 | 0,00 | 11,54 | 211,62 | 0,975 | 18,11 | 88,74 | 195,08 |
| | W sezonie | 273 | 8,8 | 513,42 | 0,00 | 77,75 | 1466,05 | 0,846 | 383,29 | 781,49 | 1071,75 |

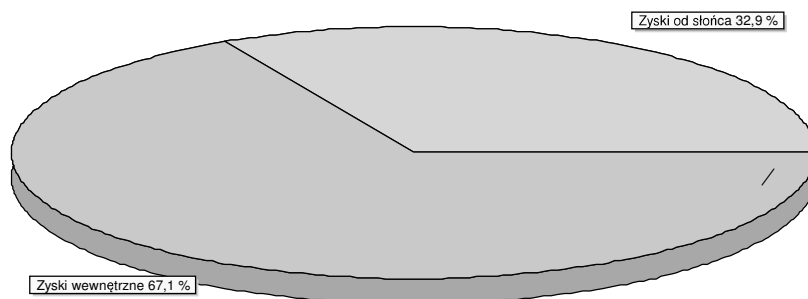
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 0,9 % Drzwi zewnętrzne | 13,7 % Okno zewnętrzne | 0,4 % Podłoga na gruncie |
| 2,6 % Podłoga w piwnicy | 0,5 % Stropodach niewentylowany | 4,1 % Stropodach wentylowany |
| 0,7 % Ściana zewnętrzna przy gruncie | 5,8 % Ściana zewnętrzna | 71,3 % Ciepło na wentylację |

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Drzwi zewnętrzne | 17,94 | 4984 | 0,9 |
| Okno zewnętrzne | 281,59 | 78219 | 13,7 |
| Podłoga na gruncie | 8,60 | 2389 | 0,4 |
| Podłoga w piwnicy | 53,94 | 14985 | 2,6 |
| Stropodach niewentylowany | 9,71 | 2697 | 0,5 |
| Stropodach wentylowany | 84,77 | 23546 | 4,1 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 15,21 | 4225 | 0,7 |
| Ściana zewnętrzna | 119,42 | 33172 | 5,8 |
| Ciepło na wentylację | 1466,05 | 407236 | 71,3 |
| Razem | 2057,22 | 571451 | 100,0 |

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej






32,9 % Zyski od słońca 67,1 % Zyski wewnętrzne

| Opis | GJ/Rok | kWh/rok | % |
|------------------|---------|---------|-------|
| *Zyski od słońca | 383,29 | 106470 | 32,9 |
| Zyski wewnętrzne | 781,49 | 217081 | 67,1 |
| Σ Razem | 1164,78 | 323551 | 100,0 |

Wyniki - Zestawienie przegród

| Opis | U | A |
|--------------------------------|---------------------|----------------|
| | W/m ² ·K | m ² |
| Drzwi zewnętrzne do wymiany | 1,300 | 25,92 |
| Drzwi zewnętrzne | 1,600 | 6,30 |
| Okna PCV do wymiany | 0,900 | 106,08 |
| Okna PCV | 1,300 | 465,18 |
| Podłoga na gruncie | 0,470 | 131,83 |
| Podłoga w piwnicach | 0,465 | 593,56 |
| Stropodach niewentylowany | 0,132 | 145,00 |
| Stropodach wentylowany | 0,131 | 778,81 |
| Ściana zewnętrzna | 0,192 | 1862,80 |
| Ściana zewnętrzna piwnic | 0,192 | 87,53 |
| Ściana zewnętrzna przy gruncie | 0,171 | 225,20 |

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 | Stropodach niewentylowany | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wil | | | | | |
| 0,2500 | Styropian EPS 100 038 | 0,038 | 100 | 1,460 | 6,579 |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | 6,872 |
| 0,1000 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,100 |
| 0,0500 | Suprema | 0,300 | | | 0,167 |
| 0,2700 | Strop DMS o gr.27 cm | | | | 0,280 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| 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]: | | | | | 7,577 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,132 |
| | | | | | |
|  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: 1,90 m | | | | | |
| 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs | 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]: | | | | | 1,976 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 2,149 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,465 |
| | | | | | |
|  PG2 | Podłoga na gruncie | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ | | | | | |
| 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 | | | | | |
| 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| 0,1000 | Podkład z betonu pod posadzkę. | 1,400 | 2200 | 0,840 | 0,071 |
| 0,0060 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,033 |
| 0,1500 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,143 |
| 0,3000 | Żwir. | 0,900 | 1800 | 0,840 | 0,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | 1,520 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 2,126 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,470 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|-------------------|------------|---------------------|
| m | | W/ (m·K) | kg/m ³ | kJ/ (kg·K) | m ² ·K/W |
| SC Ściana zewnętrzna piwnic | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,1400 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 4,516 |
| 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]: | | | | | 5,204 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·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: 1,90 m | | | | | |
| 0,0100 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,012 |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| 0,1200 | Styropian ekstrudowany | 0,036 | 100 | 1,460 | 3,333 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 5,839 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]: | | | | | 0,171 |
| STR Stropodach wentylowany | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgot | | | | | |
| 0,0050 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,028 |
| 0,1000 | Płyta panwiowa | 1,000 | 2200 | | 0,100 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | 0,000 |
| 0,2500 | Wełna mineralna 0,038 W/mK | 0,038 | 60 | 0,750 | 6,579 |
| 0,0500 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,050 |
| 0,0500 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,556 |
| 0,2200 | Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak | | 1300 | 0,840 | 0,260 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | 7,653 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/ (m ² ·K)]: | | | | | 0,131 |
| SZ Ściana zewnętrzna | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |

Wyniki - Przegrody

| D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|---|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
| 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| 0,1400 | Styropian PLATINUM PLUS | 0,031 | 30 | 1,460 | 4,516 |
| 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]: | | | | | 5,216 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | 0,192 |
| | | | | | |

Załącznik 3

Zestawienie stolarki PCV do
wymiany

Okna PCV do wymiany

| Piętro | Liczba okien do wymiany |
|---------|-------------------------|
| piwnice | 0 |
| parter | 10 |
| I | 6 |
| II | 6 |
| III | 6 |
| SUMA: | 28 |