

AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU
ZESPOŁU SPECJALNEGO KSZTAŁCENIA
PODSTAWOWEGO I GIMNAZJALNEGO
NR 1
UL. TECZOWA 1
GDAŃSK



Gdańsk, listopad 2015

BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII sp. z o.o.

80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31
tel.: (058) 347-55-35 faks: (058) 347-55-37

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| | | | |
|--|---|--|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku: | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | Budynek użyteczności publicznej | | 1.2 Rok budowy 1908/1960/1978 |
| 1.3 Inwestor, właściciel (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) | Gmina Miasta Gdańska ul. Nowe Ogrody 8/12 80-803 Gdańsk | 1.4 Adres budynku | ZSKPiG ul. Tęczowa 1 80-680 Gdańsk-Sobieszewo powiat: - województwo: pomorskie |
| 2. Nazwa i adres firmy wykonującej audyt: | | | |
| Bałtycka Agencja Poszanowania Energii sp. z o.o. ul. Budowlanych 31 80-298 Gdańsk REGON 190967387 | | | |
| 3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| mgr inż. Wojciech Anioł ul. Kolumba 2b/28 80-288 Gdańsk PESEL 72061803391 | | | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje: | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | Posiadane kwalifikacje:(ew. uprawnienia) |
| | | | |
| 5. Miejscowość: | | Gdańsk | Data wykonania opracowania: 11.2015 |

6. Spis treści

| | |
|--|-----------|
| 1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA..... | 6 |
| 2. PODSTAWA OPRACOWANIA..... | 6 |
| 3. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU..... | 7 |
| 3.1. DANE OGÓLNE..... | 7 |
| 3.2. OPIS TECHNICZNY ELEMENTÓW BUDYNKU..... | 8 |
| 3.3. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU GRZEWczego..... | 10 |
| 3.4. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU PRZYGOTOWANIA I DYSTRYBUCJI C.W.U. | 12 |
| 3.5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI | 13 |
| 4. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU | 14 |
| 4.1. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO OGRZEWANIA | 14 |
| 4.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO PRZYGOTOWANIA C.W.U..... | 16 |
| 5. BILANS MOCY I CIEPŁĄ DLA OBIEKTU, TARYFY I OPŁATY ZA CIEPŁO | 17 |
| 5.1. PORÓWNANIE OBLICZENIOWEGO ZUŻYCIA CIEPŁA Z ODCZYTEM RZECZYWISTEGO ZUŻYCIA CIEPŁA. | 18 |
| 6. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU | 20 |
| 6.1. OCENA STANU TECHNICZNEGO PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU | 20 |
| 6.2. OCENA STANU ŹRÓDŁA CIEPŁA I INSTALACJI C.O..... | 20 |
| 6.3. OCENA STANU TECHNICZNEGO INSTALACJI C.W.U. | 21 |
| 6.4. OCENA SYSTEMU WENTYLACJI | 21 |
| 7. WYKAZ USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI | 22 |
| 8. OPTYMALIZACJA USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH..... | 25 |
| 8.1. OCENA OPŁACALNOŚCI I WYBÓR USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH PROWADZĄCYCH DO ZMNIEJSZENIA STRAT CIEPŁA PRZEZ PRZENIKANIE PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE I ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO NA OGRZANIE POWIETRZA WENTYLACYJNEGO | 25 |
| 8.2. WYZNACZENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ CIEPLNĄ SYSTEMU GRZEWczego | 31 |
| 8.3. ZESTAWIENIE WYBRANYCH USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH W KOLEJNOŚCI ROSNĄCEJ SPBT..... | 32 |
| 9. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 34 |
| 9.1. METODA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 34 |
| 9.2. OKREŚLENIE WARIANTÓW I WYBÓR OPTIMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 34 |
| 9.3. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 36 |
| 10. WNIOSKI. OPIS TECHNICZNY WYBRANEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO | 38 |

| | |
|----------------|---|
| Załącznik nr 1 | Dokumentacja fotograficzna budynku |
| Załącznik nr 2 | Parametry obliczeniowe Audytu energetycznego |
| Załącznik nr 3 | Zestawienie obowiązujących maksymalnych wsp. U dla budynków |
| Załącznik nr 4 | Zestawienie wartości obliczeniowych ciepła i mocy |

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

| 1. Dane ogólne | | | | |
|---|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | | tradycyjna | |
| 2. | Liczba kondygnacji | | 2 | |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej | m ³ | 6 370 | |
| 4. | Powierzchnia netto budynku | m ² | 1 512,0 | |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej | m ³ | - | |
| 6. | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | m ² | 1 512,0 | |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | | - | |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | - | 86 | |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | centralne, kotłownia olejowa | | |
| 10. | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | centralne, kotłownia olejowa | | |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V | | - | |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | | - | |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² ×K] | | | Stan przed termomode | Stan po termomod |
| 1. | Ściany zewnętrzne | | 0,24-1,84 | 0,22-0,24 |
| 2. | Dach/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub przejazdami | | 0,26-0,79 | 0,26-0,79 |
| 3. | Strop nad piwnicą | | 0,89 | 0,89 |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | | 1,39 | 1,39 |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | | 1,50-2,60 | 1,10-1,50 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | | 2,00 - 2,50 | 2,00 - 2,50 |
| 7. | Inne | | - | - |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | | 1,00 | 1,00 |
| 2. | Sprawność przesyłania | | 0,96 | 0,96 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | | 0,77 | 0,89 |
| 4. | Sprawność akumulacji | | 1,00 | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia | | 0,85 | 1,00 |
| 6. | Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby | | 0,95 | 1,00 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | | 1,00 | 1,00 |
| 2. | Sprawność przesyłu | | 0,60 | 0,60 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | | 0,85 | 0,85 |
| 4. | Sprawność akumulacji | | 1,00 | 1,00 |
| 4. Charakterystyka systemu wentylacji | | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) | | naturalna | naturalna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | | okna, drzwi, kanały went | okna, drzwi, kanały went |
| 3. | Strumień powietrza wentylacyjnego | m ³ /h | 3 205 | 3 205 |
| 4. | Liczba wymian-średnia | 1/h | 0,50 | 0,50 |

| 5. Charakterystyka energetyczna budynku | | | | |
|---|---|-------------------|------------|-----------|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna na c.o. | kW | 112,0 | 61,0 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej | kW | 5,3 | 5,3 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok | 662,0 | 240,0 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | GJ/rok | 723,4 | 281,0 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. | GJ/rok | 89,8 | 89,8 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | GJ/rok | 664,0 | - |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | GJ/rok | bd | - |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/(m²rok) | 362,7 | 131,5 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/(m²rok) | 396,3 | 154,0 |
| 10. | Udział odnawialnych źródle energii | % | 0,0 | 0,0 |
| 6. Opłaty jednostkowe | | | | |
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ | zł/GJ | 157,24 | 157,24 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ | zł/MW/m-c | 34 559,33 | 34 559,33 |
| 3. | Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ | zł/m ³ | - | - |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ | zł/MW/m-c | - | - |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej | zł | - | - |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa | zł | - | - |
| 7. | Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej ³⁾ | zł/GJ | 157,24 | 157,24 |
| 7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia | | | | |
| Planowane koszty całkowite | | zł | 426 364,89 | |
| Planowana kwota kredytu | | zł | - | |
| Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię | | % | 54,4 | |
| Premia termomodernizacyjna | | zł | - | |
| Roczna oszczędność kosztów energii | | zł/rok | 71 327 | |
| 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku | | | | |
| 2) U _{OZE} -obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu | | | | |
| 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostek energii | | | | |
| 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii | | | | |

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest audyt energetyczny budynków ZSKPiG nr 1 w Gdańsku-Sobieszewie.

Przez audyt energetyczny należy rozumieć opracowanie określające zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ze wskazaniem rozwiązania optymalnego, w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji przedsięwzięcia oraz oszczędności energii. Audyt stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego.

2. Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano w oparciu o:

1. umowę zawartą pomiędzy Dyрекcją Rozbudowy Miasta Gdańska a Bałtycką Agencją Poszanowania Energii sp. z o.o. w Gdańsku;
2. wizje lokalne i inwentaryzacje dokonane w listopadzie 2015 roku (inwentaryzację wykonano wyłącznie w zakresie wymagań niniejszego audytu energetycznego);
3. dane przekazane przez właściciela budynku;
4. Koszty ciepła w g cennika Orchis Energia Sopot sp. z o.o.;
5. Aktualna taryfa za energię elektryczną,
6. „Inwentaryzację budowlaną budynku Szkoły ” wykonany przez Pracownię Architektoniczną mgr inż. arch. Andrzej Andrzejewski, w maju 2015 r.;
7. Projekt wykonawczy „Remont i przebudowa kuchni wraz z zapleczem w budynku Internatu” wykonany przez Pracownię Architektoniczną mgr inż. arch. Andrzej Andrzejewski, w maju 2015 r.;
8. Projekt budowlano-wykonawczy „Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania” wykonany przez Przedsiębiorstwo Gross, w marcu 2001 r.;
9. Ustawę z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459);
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43, poz. 346);
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami) w tym Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Wodnej z dnia 5 lipca 2013r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. (Dz. U. 2015r, poz. 376).
13. Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2015"
14. Baza statystycznych danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju (www.mir.gov.pl)
- Polskimi Normami dotyczącymi między innymi sporządzenia bilansu ciepła dla budynku, określenia mocy dla budynku, zasad doboru jednostek kotłowych, projektowania sieci ciepłych;

3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.1. Dane ogólne

ZSKP i G nr 1 znajduje się przy ul. Tęczowej w Gdańsku-Sobieszewie i jest kompleksem składającym się z trzech budynków:

budynku głównego szkoły,

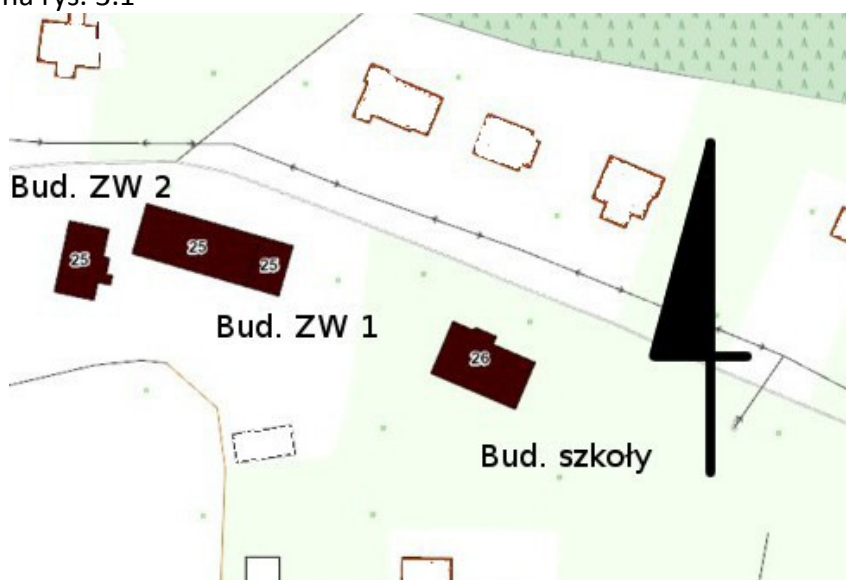
budynku ZW 1 tzw internatu dużego,

budynku ZW 2 tzw internatu małego.

Użytkowanie Szkoły przedstawiono poniżej.

| | | PON-PT | SO | N |
|-------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|
| Bud. główny | Rok szkolny | 7.00 - 15.00 | nieczynne | nieczynne |
| | Lipiec-sierpień | tylko księgowość | nieczynne | nieczynne |
| Bud. ZW 1 | Rok szkolny | całodobowo | nieczynne | nieczynne |
| | Lipiec-sierpień | 1 m-c przyjezdni | | |
| Bud. ZW 2 | Rok szkolny | całodobowo | nieczynne | nieczynne |
| | Lipiec-sierpień | 1 m-c przyjezdni | | |

W szkole uczy się 45 uczniów i zatrudnionych jest 41 osób personelu. Położenie budynku przedstawiono na rys. 3.1



Rys 3.1. Plan sytuacyjny położenia budynku

Podstawowe parametry kompleksu przedstawiono w **Tab. 1**

Tab. 1 Podstawowe parametry kompleksu

| Wyszczególnienie | | Bud. szkoły | Bud. ZW1 | Bud. ZW2 | SUMA |
|--------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Powierzchnia zabudowy | m ² | bd | bd | bd | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku | m ² | 507 | 685 | 320 | 1 512 |
| Powierzchnia użytkowa budynku | m ² | 507 | 685 | 320 | 1 512 |
| Liczba kondygnacji | - | 2 | 2 | 2 | |
| Kubatura budynku | m ³ | 2 128 | 3 008 | 1 234 | 6 370 |

3.2. Opis techniczny elementów budynku

Opis techniczny poszczególnych elementów budynków zestawiono w poniższych tabelach.

Tab. 2 Opis przegród w budynku

| Rodzaj przegrody | Opis przegrody, współczynnik przenikania ciepła U |
|-------------------------------|---|
| 1 Budynek główny | Budynek wybudowany został w technologii tradycyjnej. Budynek w całości podpiwniczony. W ostatnich 10 latach przeprowadzono szereg prac termomodernizacyjnych w tym: -wymiana okien w budynku, -modernizacja dachu budynku, -wymiana drzwi zewnętrznych. |
| Ściany zewnętrzne | Ściany zewnętrzne piwnic - murowane z cegły ceramicznej pełnej o całkowitej gr. muru 48cm. Ściany wykończone od zewnątrz warstwą tynku cementowo-wapiennego. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. przy gruncie $U = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. $U = 1,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. Ściany zewnętrzne - murowane z cegły ceramicznej pełnej o całkowitej gr. muru 48cm. Ściany wykończone od zewnątrz warstwą tynku cementowo-wapiennego. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. $U = 1,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Stropodach/stropy | Stropodach płaski części dobudowanej. Przyjęty wsp. przenikania ciepła dachu płaskiego $U = 0,71 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ Stropodach spadowy, drewniany Dach przekryty jest warstwą dachówki ceramicznej Współczynnik przenikania ciepła dachu $U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ |
| Okna zewnętrzne, przeszklenia | Okna: jednoramowe, w ramach PCW, oszklone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła okna $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Drzwi zewnętrzne | Drzwi zewnętrzne- główne aluminiowe, przeszkłone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |

Tab. 3 Opis przegród zewnętrznych w budynku

| Rodzaj przegrody | Opis przegrody, współczynnik przenikania ciepła U |
|---|--|
| 2 budynek internatu dużego | Budynek wybudowany został w technologii tradycyjnej. Budynek w szczycie od strony wschodniej i zachodniej podpiwniczony. W ostatnich 10 latach przeprowadzono szereg prac termomodernizacyjnych w tym: -wymiana okien w budynkach, -docieplenie stropodachu budynku, |
| Ściany zewnętrzne | Ściany zewnątrzne - murowane z cegły ceramicznej pełnej o całkowitej gr. muru 43cm. Ściany wykończone od zewnątrz warstwą tynku cementowo-wapiennego. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. $U = 1,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Stropodach/stropy | Dach nad całością konstrukcji drewnianej kratowej z poszyciem z desek i pokryciem papą termozgrzewalną. Strop pod dachem ocieplony został warstwą izolacji z wełny mineralnej. Współczynnik przenikania ciepła dachu $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ |
| Okna zewnętrzne, przeszklenia | Okna: jednoramowe, w ramach PCW, oszklone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła okna $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Drzwi zewnętrzne | Drzwi zewnętrzne- aluminiowe, przeszkłone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |

| Rodzaj przegrody | Opis przegrody, współczynnik przenikania ciepła U |
|---|---|
| 3 budynek internatu małego | Budynek wybudowany został w technologii tradycyjnej. Budynek podpiwniczony. W ostatnich 10 latach przeprowadzono szereg prac termomodernizacyjnych w tym: -wymiana okien w budynkach, -wymiana pokrycia dachowego, -docieplenie ściany zewnętrznej północnej. |
| Ściany zewnętrzne | Ściany zewnętrzne piwnic - murowane z cegły ceramicznej pełnej o całkowitej gr. muru 43cm. Ściany wykończone od zewnątrz warstwą tynku cementowo-wapiennego. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. przy gruncie $U = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. $U = 1,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. Ściany zewnętrzne - murowane z cegły ceramicznej pełnej o całkowitej gr. muru 43cm. Ściany wykończone od zewnątrz warstwą tynku cementowo-wapiennego. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. $U = 1,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Stropodach, dachy | Dach o konstrukcji drewnianej, wielospadowy wykończony od wewnątrz warstwą płyt karton-gips. Dach przekryty warstwą dachówki ceramicznej, $U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Okna w budynku | Okna: jednoramowe, w ramach PCW, oszklone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła okna $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |
| Drzwi zewn. główne | Drzwi zewnętrzne- główne aluminiowe, przeszkłone szybą zespoloną Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. |

3.3. Charakterystyka systemu grzewczego

Źródłem ciepła dla kompleksu Szkoły jest kotłownia olejowa ciepła znajdująca się w piwnicy budynku ZW 1 (internatu dużego). Ciepło dostarczane jest z kotłowni do poszczególnych obiektów instalacją zewnętrzną.

Kotłownia oparta jest o pracę kotła typu Vitoplex 300 firmy Viessmann.

Kotłownia od 1 września 2015 zmieniła status własnościowy i została przejęta przez spółkę Orchis Energia Sopot sp. z o.o. z grupy GPEC.

Tab. 4. Charakterystyka instalacji c.o.

| | |
|--|--|
| Sposób ogrzewania pomieszczeń | Ogrzewanie centralne, wodne |
| Rodzaj instalacji c.o. | Niskotemperaturowa, z obiegiem wymuszonym, dwururowa, z rozdziałem dolnym, |
| Parametry pracy systemu | 90/70 ⁰ C |
| Wiek systemu | Wiek instalacji różny w zależności od miejsca, wiek przewodów i grzejników ok. 30 lat, część grzejników wymieniona na nowe w ostatnich 10 latach. |
| Rodzaj elementów grzejnych | Grzejniki w pomieszczeniach szkoły: We wszystkich trzech budynkach głównymi elementami grzejnymi są grzejniki żeliwne członowe. W części wyremontowanych pomieszczeń założone są grzejniki stalowe z konwektorem. |
| Sposób prowadzenia przewodów | Czynnik grzewczy od wejścia instalacji zewnętrznej do budynku prowadzone pod stropem piwnicy bądź w przestrzeni instalacyjnej, piony prowadzone po wierzchu ścian |
| Opis materiału przewodów i izolacji termicznej przewodów | Przewody pionowe z rur stalowych czarnych, przewody izolowane w piwnicy otulinami z pianki PE |
| Sposób odpowietrzenia | W budynku odpowietrzenie miejscowe poprzez automatyczne zawory zamontowane na pionach, |
| Charakterystyka regulacji systemu | Regulacja stała wewn. za pomocą zaworów termostatycznych zainstalowanych na grzejnikach w budynku, brak głowic termostatycznych. na pionach u podstawy zamontowane zawory regulacyjne, |
| Sposób pomiaru zużytego ciepła | Pomiar wytworzonego ciepła na liczniku zamontowanym w kotłowni |

Sprawność całkowitą systemu grzewczego obliczono ze wzoru:

$$\eta_0 = \eta_{go} \cdot \eta_{do} \cdot \eta_{eo} \cdot \eta_{so}$$

Współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu przyjęto na podstawie Rozporządzenia MI w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego.

Sprawności składowe systemu ogrzewania przyjęto z Rozporządzenia MliR dotyczącego metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku.

Przyjęte wartości sprawności systemu ogrzewania oraz współczynników przerw w ogrzewaniu przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 5. Sprawności systemu grzewczego w budynku i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu

| Rodzaje sprawności i współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu | | Przed modernizacją |
|---|--------------------------|--------------------|
| Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła | η_s | 1,00 |
| Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła | η_g | 0,93 |
| Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła | η_e | 0,77 |
| Średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepła | η_d | 0,96 |
| Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | w_t | 1,00 |
| Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d | 1,00 |
| Sprawność całkowita systemu grzewczego: | η | 0,687 |

3.4. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u.

Charakterystykę systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u. przedstawiono w Tab. 6

Tab. 6. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u. w budynku

| | |
|--|--|
| Sposób przygotowania c.w.u. | Centralne, w kotłowni olejowej, pośrednio poprzez pojemnościowy wymiennik ciepła wielkości 750 litrów. |
| Rodzaj instalacji c.w.u. | Z rozdziałem dolnym, z obiegiem cyrkulacyjnym (pompa zamontowana w węźle) |
| Parametry pracy systemu | 10/55 ⁰ C |
| Rodzaj punktów czerpalnych | Baterie czerpalne dla umywalek, zlewozmywaków i zlewów oraz prysznic |
| Sposób prowadzenia przewodów | Poziome przewody rozprowadzające prowadzone pod stropem piwnic, |
| Opis materiału przewodów i izolacji termicznej przewodów | Przewody z rur stalowych ocynkowanych, przewody prowadzone w piwnicy z warstwa izolacji z PE, |
| Sposób regulacji systemu | Regulacja temperatury c.w.u. na kotle, |
| Sposób pomiaru zużytego ciepła | Licznik całkowitego wytworzonego ciepła (c.o. i c.w.u.) w kotłowni |
| Sposób pomiaru zużytej c.w.u. | brak |

Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u. przyjęto a sprawność całkowitą obliczono zgodnie z Rozporządzeniem MliR dotyczącym metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku. Sprawność całkowitą systemu przygotowania c.w.u. obliczono wg wzoru:

$$\eta_{cw} = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$$

i zestawiono w poniższej tablicy.

Tab. 7. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u. w budynku

| Rodzaje sprawności systemu c.w.u. | | Przed modernizacją |
|--|---------------|--------------------|
| średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła | $\eta_{cw,g}$ | 0,83 |
| średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody | $\eta_{cw,d}$ | 0,60 |
| średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody | $\eta_{cw,s}$ | 0,80 |
| średnia sezonowa sprawność wykorzystania | $\eta_{cw,e}$ | 1,00 |
| sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u. | η_{cw} | 0,40 |

3.5. Charakterystyka systemu wentylacji

Budynek wyposażony jest w system wentylacji grawitacyjnej oraz wentylacji mechanicznej.

Wentylacja grawitacyjna.

Nawiew odbywa się poprzez infiltrację, nawiewniki okienne i nawietrzaki podokienne (sala gimnastyczna w internacie ZW1) oraz otwieranie okien.

Wywiew w wentylacji naturalnej jest grawitacyjny poprzez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach (pomieszczenia z kanałami).

Dla wentylacji grawitacyjnej przyjęto współczynniki korekcyjne wynikające ze szczelności okien i drzwi lub obserwowanego nadmiernego poziomu wentylacji oraz ze stopnia wyeksponowania budynku na działanie wiatru wg Tabeli 2 i 3 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego:

- okna szczelne (nowe), warunki wentylacji normalne: $c_r = 1,0$, $c_m = 1,0$;
- budynek na przestrzeni osłoniętej: $c_w = 1,0$.

Całkowita ilość powietrza wentylacyjnego dla kompleksu – 2 725 m³/h w tym ilość powietrza infiltracyjnego - 480 m³/h.

4. Charakterystyka energetyczna budynku

4.1. Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania

Zapotrzebowanie budynku na moc i ciepło do ogrzewania obliczono zgodnie z PN-EN-12831 za pomocą programu Audytor OZC wersja 6,5 Pro opracowanego przez Narodową Agencję Poszanowania Energii SA w Warszawie. W obliczeniach zapotrzebowania budynku na moc i ciepło do ogrzewania przyjęto następujące założenia:

- obliczeniowa temp. zewn. dla I strefy klimatycznej: $t_{zo} = -16\text{ °C}$;
- średnia obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniach: $t_{wo} = 20\text{ °C}$
- magazyny nie wymagające stałej obsługi, sala gimnastyczna: $t_{wo} = +16\text{ °C}$,
- ilość powietrza wentylacyjnego wg tabeli 3.7. niniejszego opracowania.
- liczbę stopniodni wynikającą ze średnich wieloletnich temperatur miesiąca (dane klimatyczne Ministerstwa Infrastruktury dla stacji meteorologicznej w Szczecinku i liczby dni ogrzewania (Tabela 1 Rozporządzenia MI w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu). Liczbę stopniodni przedstawiono w załączniku 2.

Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną oraz ciepło na ogrzewanie w standardowym sezonie grzewczym a także wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego przedstawiono w Tab. 8.

Udział strat ciepła przez poszczególne elementy budynku w ogólnych stratach ciepła przedstawiono w poniższej tabeli i na wykresie.

W obliczeniach nie uwzględniano ciepła przeznaczonego na cele technologiczne związane z podgrzewaniem wody basenowej.

W obliczeniach zysków ciepła od słońca przyjęto następujące założenia:

- pole powierzchni okien w świetle otworów w przegrodach określone na podstawie inwentaryzacji budowlanej;
- udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna albo powierzchni oszklonej wg Rozporządzenia MliR dotyczącego metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku jw. wartość średnia: 0,7;
- średnie (wieloletnie) sumy miesięczne promieniowania słonecznego podającego na płaszczyznę pionową wg bazy danych klimatycznych Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju dla najbliższej stacji meteorologicznej tj. Gdańsk.
- współczynnik przepuszczalności energii promieniowania: 0,67
- współczynnik zacienienia budynku jw.: 0,95.

W obliczeniach wewnętrznych zysków ciepła przyjęto następujące założenia:

- średnie obciążenie cieplne zyskami wewnętrznymi od ludzi i urządzeń w oparciu o funkcję użytkową budynku -12 W/m^2 .

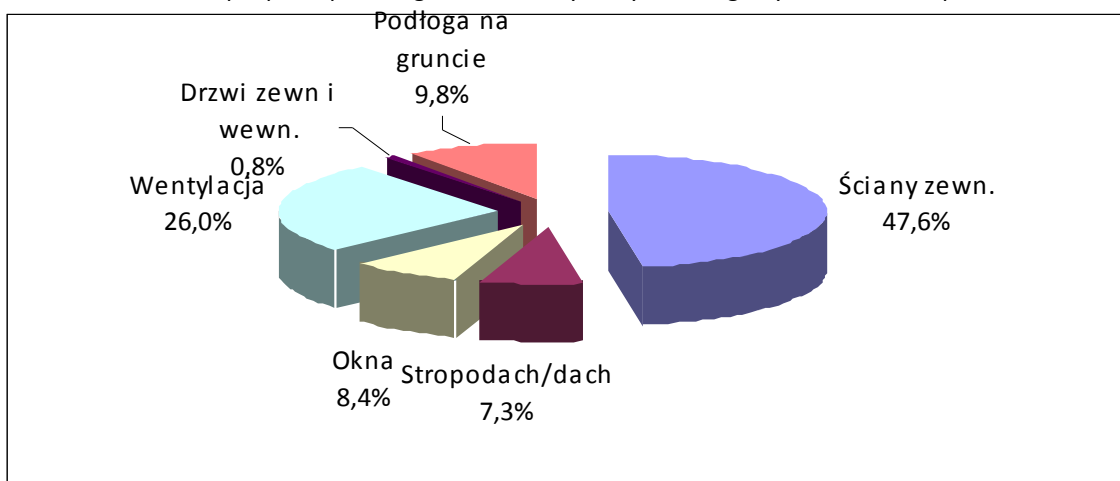
Tab. 8. Zapotrzebowanie budynku na moc ciepłą oraz ciepło na ogrzewanie i wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego

| | | |
|--|---------------------------|-------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na ogrzewanie budynku q_{0co} | kW | 112,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), Q_{co} | GJ/rok | 662,0 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu): $Q_{0co} = w_{to} \times w_{d0} \times Q_{co}/h_0$ | GJ/rok | 723,4 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na moc grzewczą | W/m ³ | 52,6 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło w standardowym sezonie grzewczym (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), E | kWh/m ² ×rok | 362,7 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), E_s | kWh/(m ² ×rok) | 396,3 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), E_{vs} | kWh/(m ³ ×rok) | 94,4 |

Tab. 9. Zestawienie sezonowych strat ciepła w budynku

| Wielkość strat | Ściany zewn. | Stropodach/dach | Okna | Wentylacja | Drzwi zewn i wewn. | Podłoga na gruncie | SUMA |
|----------------|--------------|-----------------|-------|------------|--------------------|--------------------|--------|
| GJ/rok | 599,1 | 92,1 | 105,7 | 327,1 | 10,1 | 123,6 | 1257,8 |
| % | 47,6 | 7,3 | 8,4 | 26,0 | 0,8 | 9,8 | 100,0 |

Wykres 4.1. Udział strat ciepła przez poszczególne elementy budynku w ogólnych stratach ciepła



4.2. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.

Obliczenia aktualnego zapotrzebowania budynku na moc i ciepło do przygotowania c.w.u. przedstawiono w poniższej tabeli.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie c.w.u. wykonano w oparciu o przyjęte jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. wg Rozporządzenia MliR dotyczącego metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i obliczoną średnią sprawność systemu przygotowania c.w.u.

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u. określono wg normy PN-B-01706:1992 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu jako zapotrzebowanie średnie godzinowe.

Założenia do obliczeń:

- obliczeniowa temperatura wody zimnej $t_z = +10^{\circ}\text{C}$;
- temperatura wody ciepłej $t_c = 55^{\circ}\text{C}$;
- wartość jednostkowego dobowego zapotrzebowania na ciepłą wodą użytkową $V_{wi} = 0,55\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$;
- współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej $k_R = 0,8$;
- liczba godzin pracy instalacji w ciągu doby do obliczeń zapotrzebowania na moc: 12 godzin/dobę.

Tab. 10. Obliczenia aktualnego zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

| Zapotrzebowanie na ciepło | | Stan istniejący |
|---|-------------------------|-----------------|
| Obliczeniowa temperatura wody zimnej | $^{\circ}\text{C}$ | 10 |
| Roczne zapotrzebowanie na c.w.u. | m^3/rok | 441,5 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania c.w.u. Q_{ocwp} | GJ/rok | 45,8 |
| Przyjęta średnia sprawność dystrybucji c.w.u., h_{cw} | - | 0,51 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.: $Q_{ocw} = Q_{ocwp}/\text{sprawność}$ | GJ/rok | 89,8 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną | | |
| Ilość godzin pracy instalacji na dobę | h | 12 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.: | dm^3/h | 100,8 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u. | kW | 5,3 |

5. Bilans mocy i ciepła dla obiektu, taryfy i opłaty za ciepło

Budynek zaopatrywany jest w ciepło z kotłowni zasilanej olejem opałowym, którą od 1.09.2015r przejęła firma Energia Orchis Sopot z grupy GPEC.

W chwili obecnej szkoła rozlicza się z dostawcą ciepła na podstawie ilości ciepła zużywanego przez wszystkie trzy budynki i zarejestrowanego na liczniku ciepła, który zainstalowany jest w kotłowni.

Aktualne ceny i stawki opłat producenta oraz dostawcy ciepła przedstawiono w poniższej tabeli, są one jednostkowymi opłatami za ciepło określonymi na potrzeby niniejszego audytu.

Tab. 11. Aktualne ceny i stawki opłat

| Rodzaj opłat | Jednostka | Ceny i stawki opłat netto |
|-----------------------|-----------|---------------------------|
| Cena za moc zamówioną | zł/MW/m-c | 28 097,02 |
| Cena ciepła | zł/GJ | 127,84 |

Zamówiona moc cieplna dla obiektu wynosi jak w tablicy poniżej.

Tab. 12. Aktualne zamawiana moc cieplna na budynki szkoły

| Wyszczególnienie | MW |
|--------------------------------------|--------|
| Moc na potrzeby c.o. | 0,1392 |
| Moc na potrzeby przygotowania c.w.u. | 0,0348 |

Tab. 13. Charakterystyka energetyczna budynku wraz z wskaźnikami

| Wyszczególnienie | | Stan istniejący |
|---|-------------------------|-----------------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzewanie budynku q_{0co} | kW | 112,0 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u. q_{0cw} | kW | 5,3 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), Q_{co} | GJ/rok | 662,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu): Q_{cco} | GJ/rok | 723,4 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. Q_{0cw} | GJ/rok | 89,8 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na moc grzewczą | W/m ³ | 52,6 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E w standardowym sezonie grzewczym (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² ×rok | 362,7 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E_s w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² ×rok | 396,3 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E_{vs} w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ³ ×rok | 94,4 |
| Koszty ogrzewania budynku (wliczone koszty stałe) | zł/rok | 117620 |
| Koszty przygotowania c.w.u. | zł/rok | 16312 |

5.1. Porównanie obliczeniowego zużycia ciepła z odczytem rzeczywistego zużycia ciepła.

Zużycie ciepła na c.o. i przygotowanie c.w.u. w latach 2013-2014 przedstawiono w poniższej tablicy.

Tab. 14. Zużycie ciepła w latach 2013-2014 zarejestrowane na liczniku ciepła.

| Miesiąc | Zużycie ciepła- 2013r. | Zużycie ciepła- 2014r. |
|-------------|---------------------------|---------------------------|
| | l/rok | l/rok |
| SUMA | 24 tyś | 21 tyś |

Zapotrzebowanie na ciepło budynku po przeliczeniu zużytego ciepła na warunki roku standardowego wyniesie 781 GJ/rok (rok2013) i 725 GJ/rok (rok 2014).

Z obliczeń teoretycznych zapotrzebowania na ciepło (model obliczeniowego programu OZC) wynika, że zapotrzebowanie budynku w roku standardowym wynosi **723 GJ/rok**. Wartość ta odbiega od przedstawionego zużycia licznikowego mniej niż o 10 %, dlatego też wartość teoretycznego obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło uznano za prawidłowe i przyjęto do dalszych obliczeń.

6. Ocena stanu technicznego budynku

6.1. Ocena stanu technicznego przegród zewnętrznych budynku

Ściany zewnętrzne budynku szkoły charakteryzują się wysokimi wsp. przenikania ciepła kształtującymi się pomiędzy $U = 1,10 - 1,84 \text{ W/m}^2\text{K}$. Niedocieplone pozostają także ściany zewnętrzne w pozostałych budynkach, z wyjątkiem ściany północnej budynku ZW2, która została ocieplona warstwą izolacji ze styropianu gr. 12 cm.

W części piwnicznej bud. szkoły na ścianach przylegających do gruntu w wielu miejscach widoczne są ślady przesiąkania wilgoci, spękania, puchły, odpadanie tynku. Konieczne jest wykonanie izolacji pionowej.

Okna we wszystkich budynkach zostały wymienione na nowe w ramach PCV.

Na dachach budynku szkoły oraz budynku ZW2 wymienione została przekrycie dachowe na nowe z dachówki ceramicznej. Strop pod dachem budynku ZW1 został docieplony warstwą izolacji z wełny mineralnej i charakteryzuje się wsp $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Część przegród zewnętrznych budynku nie spełnia obecnie obowiązujących wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dn. 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Powyższe wymagania są spełnione, jeżeli współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych budynku nie przekraczają wartości maksymalnych określonych w załączniku do tego rozporządzenia. Obowiązujące wielkości współczynników przenikania ciepła przedstawiono w **załączniku nr 3**.

W celu poprawy komfortu cieplnego w budynku oraz uzyskania oszczędności energii, a tym samym zmniejszenia kosztów ciepła do ogrzewania budynku, a także dostosowania przegród w budynku do aktualnie obowiązujących wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej należy przeprowadzić termomodernizację przegród zewnętrznych budynku głównie ścian zewnętrznych.

6.2. Ocena stanu źródła ciepła i instalacji c.o.

Stan techniczny źródła ciepła oraz instalacji c.o. jest dobry i dostateczny. Ciepło przygotowywane jest w kotłowni i instalacją zewnętrzną przesyłane jest do poszczególnych budynków.

W piwnicach poszczególnych budynków zainstalowane są tylko rozdzielnie ciepła.

We wszystkich budynkach instalacja grzewcza oparta jest o pracę grzejników żeberkowych żeliwnych oraz pracę nowych grzejników stalowych z konwektorem (w niewielkiej części pomieszczeń). Na grzejnikach zamontowane są zawory termostatyczne bez zamontowanych głowic. Głowice występują tylko w części pomieszczeń, które użytkują pracownicy szkoły.

U podstawy pionów zainstalowane są zawory regulacyjne.

Rurociągi rozprowadzające poziome biegnące w piwnicy zaizolowane otulinami z PE.

System grzewczy w budynku charakteryzuje się obniżoną sprawnością regulacji wynikającą z braku automatycznej regulacji bieżącej (brak termostatycznych zaworów grzejnikowych). Regulacja ta uniemożliwia bieżące regulowanie temperatury w pomieszczeniach (kompensowanie zysków ciepła), zarówno automatyczne jak i ręczne a tym samym racjonalne gospodarowanie ciepłem.

Specyfika użytkowania budynku umożliwia stosowanie centralnych obniżen temperatur ogrzewania dobowych (nocnych) oraz również obniżen tygodniowych (week-endowych i

świętecznych). Obniżenia te były stosowane w poprzednich latach z racji użytkowania kotłowni przez szkołę. Po przejęciu kotłowni przez firmę zewnętrzną obniżenia nie są stosowane.

6.3. Ocena stanu technicznego instalacji c.w.u.

System w dostatecznym stanie technicznym. W budynku ciepła woda przygotowywana jest w kotłowni w sposób pośredni poprzez pojemnościowy wymiennik ciepła.

Z uwagi na rozległość przewodów dystrybucyjnych straty ciepła na przesyle są duże, choć charakterystyczne dla tego typu układów.

Układ cyrkulacji c.w.u. pracuje w sposób ciągły.

Przewody rozprowadzające ciepło w kotłowni jak też i zasobnik ciepłej wody są zaizolowane.

6.4. Ocena systemu wentylacji

W budynku nie obserwuje się zawyżonej (ponadnormatywnej) infiltrację powietrza zewn. Istniejące kanały wentylacyjne są drożne.

7. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć wybranych do optymalizacji

Celem uzyskania obniżenia kosztów energii cieplnej w budynku przeanalizowano wszystkie elementy mające wpływ na te koszty tj. głównie elementy powodujące straty ciepła oraz przeanalizowano ulepszenia termomodernizacyjne mogące zmniejszyć lub wyeliminować poszczególne straty. Przeanalizowano zabiegi dotyczące struktury budowlanej oraz systemu grzewczego i wentylacyjnego.

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwych do wykonania oraz racjonalnych dla tego budynku ulepszeń termomodernizacyjnych, do optymalizacji zostały wybrane następujące ulepszenia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, oznaczone symbolami i przedstawione w tabeli poniżej.

W przypadku ulepszeń polegających na ocieplaniu/docieplaniu przegród budowlanych optymalizacja polega na wyborze optymalnego dodatkowego oporu cieplnego (ΔR) odpowiadającego optymalnej grubości warstwy ocieplenia przegrody, dla którego prosty czas zwrotu nakładów (SPBT) przyjmuje wartość minimalną. Jednocześnie wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody po termomodernizacji powinna spełniać aktualnie obowiązujące (od 1.01.2014 do 1.01.2017 r.) wymagania wg rozporządzenia MTBiGM z dn. 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

W niniejszym opracowaniu dążono do tego aby przegrody po wykonaniu proponowanych prac termomodernizacyjnych, spełniały wymagania opisane w **Warunkach Technicznych jak dla roku 2017**. Szczegółowe zestawienie wymagań przedstawiono w załączniku 3.

W przypadku przedsięwzięć polegających na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji (wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej) porównuje się warianty o tym samym zakresie ulepszeń. Jednocześnie wartość współczynnika ciepła przenikania ciepła okien po wymianie nie może być większa niż określona w rozporządzeniu j.w.

W przypadku przedsięwzięć termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej oraz w przypadku przedsięwzięć termomodernizacyjnych związanych ze zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej porównuje się warianty o tym samym zakresie ulepszeń.

Tab. 15 Zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

| Lp. | Wyszczególnienie | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposób poprawy | Wariant |
|-----|-----------------------------|--|---|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | BUDYNEK SZKOŁY | | | |
| 1 | Ściany piwniczne zewnętrzne | średnia izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ Brak lub uszkodzona izolacja pionowa | docieplenie dla uzyskania U poniżej $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ wykonanie izolacji pionowej | A |
| 2 | Ściany zewnętrzne budynku | niska izolacyjność termiczna przegrody $\geq 1,10\text{-}1,84 \text{ W/m}^2\text{K}$ | docieplenie dla uzyskania U poniżej $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ | B |
| 3. | Dach spadowy budynku | średnia izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ wykonane nowe pokrycie dachowe | - | - |
| 4. | Dach płaski | średnia izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ | docieplenie dla uzyskania U poniżej $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ | C |
| 5. | Okna nowe w ramach z PCV | dobry stan techniczny, wysoka izolacyjność cieplna | - | - |
| 6. | Drzwi wejściowe do budynku | dobry stan techniczny, | - | - |
| 7. | Instalacja c.w.u. | dostateczny stan techniczny instalacji, | - | - |
| 8. | Instalacja c.o. -szkoła | dostateczny stan techniczny przewodów i grzejników, obniżona sprawność regulacji instalacji, | Usprawnienie instalacji c.o. | F |
| | BUDYNEK ZW1 | | | |
| 1. | Ściany piwniczne zewnętrzne | średnia izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ | - | - |
| 2 | Ściany zewnętrzne budynku | niska izolacyjność termiczna przegrody $\geq 1,43 \text{ W/m}^2\text{K}$ | docieplenie dla uzyskania U poniżej $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ | D |
| 3. | Dach budynku | dobra izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ | - | - |
| 4. | Okna nowe w ramach z PCV | dobry stan techniczny, wysoka izolacyjność cieplna | - | - |

| | | | | |
|-----|----------------------------|---|---|----------|
| 5. | Drzwi wejściowe do budynku | Dobry stan techniczny, | - | - |
| 9. | Instalacja c.w.u. | dostateczny stan techniczny instalacji, | - | - |
| 10. | Instalacja c.o. -szkoła | dostateczny stan techniczny przewodów i grzejników, obniżona sprawność regulacji instalacji, | Usprawnienie instalacji c.o. | F |
| | BUDYNEK ZW2 | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne budynku | niska izolacyjność termiczna przegrody $\geq 1,12-1,16$ W/m ² K | docieplenie dla uzyskania U poniżej 0,23 W/m ² K | E |
| 2. | Dach spadowy budynku | średnia izolacyjność termiczna przegrody $\geq 0,87$ W/m ² K wykonane nowe pokrycie dachowe | - | - |
| 3. | Okna nowe w ramach z PCV | dobry stan techniczny, wysoka izolacyjność cieplna | - | - |
| 4. | Drzwi wejściowe do budynku | dobry stan techniczny, | - | - |
| 5. | Instalacja c.w.u. | dostateczny stan techniczny instalacji, | - | - |
| 6. | Instalacja c.o. -szkoła | dostateczny stan techniczny przewodów i grzejników, obniżona sprawność regulacji instalacji, | Usprawnienie instalacji c.o. | F |

8. Optymalizacja usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego.

8.1. Ocena opłacalności i wybór usprawnień termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane i zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

8.1.1. Ocena opłacalności i wybór usprawnień termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocenę opłacalności i wybór usprawnień termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy przedstawiono w poniższych tabelach.

Tab. 16. Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany zewn. budynku

| Docieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych zagłębionych w gruncie budynku szkoły | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|--------------|
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia | | | Akoszt [m ²] | | 60 |
| Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. piwnicznych metodą bezspoinową z użyciem polistyrenu ekstrudowanego o współczynniku przewodności 0,036 W/mK. Dodatkowo zostanie wykonana izolacja przeciwwilgociowa ścian. Rozpatruje się 1 wariant z izolacji (wsp. przewodzenia) 0,036 Wariant A1– grubość warstwy izolacji 10 cm Wariant A2- grubość warstwy izolacji 12 cm Wariant A3– grubość warstwy izolacji 14 cm | | | | | |
| Omówienie | Jednostka | Stan istniejący | A1 | A2 | A3 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g | cm | | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| Opór cieplny przegrody docieplonej warstwą izolacji R (do gr. izolacji) | (m ² ×K)/W | 1,92 | 4,70 | 5,26 | 5,81 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | GJ/rok | 9,7 | 4,0 | 3,5 | 3,2 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | MW | 0,0011 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0004 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła | zł/rok | | 1 176 | 1 262 | 1 332 |
| Cena jednostkowa usprawnienia netto | zł/m ² | | 334,00 | 350,00 | 370,00 |
| Planowane nakłady na realizację usprawnienia brutto Nu | zł | | 24 649,20 | 25 830,00 | 27 306,00 |
| SPBT | lata | | 20,96 | 20,46 | 20,50 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | W/(m ² ×K) | 0,52 | 0,21 | 0,19 | 0,17 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U: | | | | | |
| Planowane nakłady na usprawnienie stanowią iloczyn ceny jednostkowej brutto i całkowitej powierzchni ścian zagłębionych w gruncie (A_{koszt}). W cenie brutto ujęte są dodatkowe koszty obejmujące prace ziemne oraz wykonanie izolacji przeciwwilgociowej i prace odtworzeniowe czy wykonanie cokołu. | | | | | |
| Wybrany wariant | A2 | Nakłady [zł] | 25 830,00 | SPBT [lata] | 20,46 |

Tab. 17 Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany zewn budynku

| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły | | | | | | |
|--|-------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|---------|---------|
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia | | | | Akoszt [m ²] | 481 | |
| Opis wariantów usprawnienia: | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. (kondygnacji oraz ścian piwnic ponad gruntem) poprzez przyklejenie warstwy izolacji ze styropianu i wykończenie od zewnątrz warstwą tynku. | | | | | | |
| Rozpatruje się 1 wariant z warstwą izolacji (wsp. przewodzenia) | | | | 0,040 | | |
| Wariant B1– grubość warstwy izolacji | | | | 14 cm | | |
| Wariant B2- grubość warstwy izolacji | | | | 16 cm | | |
| Wariant B3– grubość warstwy izolacji | | | | 18 cm | | |
| Omówienie | | Jednostka | Stan istniejący | B1 | B2 | B3 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g | | cm | | 14,0 | 16,0 | 18,0 |
| Opór cieplny przegrody docieplonej warstwą izolacji R (do gr. izolacji) | SCIANA PIW | (m ² ×K)/W | 0,54 | 4,04 | 4,54 | 5,04 |
| | SCIANA ZEWN | (m ² ×K)/W | 0,91 | 4,41 | 4,91 | 5,41 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | SCIANA PIW | GJ/rok | 21 | 3 | 2 | 2 |
| | SCIANA ZEWN | GJ/rok | 108 | 22 | 20 | 18 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | SCIANA PIW | MW | 0,0029 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 |
| | SCIANA ZEWN | MW | 0,0152 | 0,0031 | 0,0028 | 0,0025 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła | | zł/rok | | 22 339 | 22 894 | 23 345 |
| Cena jednostkowa usprawnienia netto | | zł/m ² | | 200,00 | 210,00 | 220,00 |
| Planowane nakłady na realizację usprawnienia brutto Nu | | zł | | 118 326 | 124 242 | 130 159 |
| SPBT | | lata | | 5,30 | 5,43 | 5,58 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | SCIANA PIW | W/(m ² ×K) | 1,84 | 0,25 | 0,22 | 0,20 |
| | SCIANA ZEWN | W/(m ² ×K) | 1,10 | 0,23 | 0,20 | 0,18 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U : | | | | | | |
| Planowane nakłady na usprawnienie stanowią iloczyn ceny jednostkowej brutto i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych (A _{koszt}). W cenie brutto ujęte są dodatkowe koszty obejmujące: prace blacharskie, wykonanie systemu odprowadzenia wód, wykonanie parapetów, docieplenia ościeży czy wykonanie cokołu. | | | | | | |
| Wybrany wariant | B2 | Nakłady [zł] | 124 242,30 | SPBT [lata] | | 5,43 |

Tab. 18 Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku

| Docieplenie dachu płaskiego budynku szkoły | | | | | |
|--|----------------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia | | | Akoszt [m^2] | | 75 |
| Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się ocieplenie dachu płaskiego budynku poprzez przyklejenie warstwy izolacji ze styropianu laminowanego papą asfaltową i wykonanie zewnętrznego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej. Rozpatruje się 1 wariant z warstwą izolacji (wsp. przewodzenia) 0,038 Wariant C1– grubość warstwy izolacji 16 cm Wariant C2– grubość warstwy izolacji 20 cm Wariant C3– grubość warstwy izolacji 24 cm | | | | | |
| Omówienie | Jednostka | Stan istniejący | C1 | C2 | C3 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g | cm | | 16 | 20 | 24 |
| Opór cieplny przegrody docieplonej warstwą izolacji R | ($m^2 \times K$)/W | 1,39 | 5,60 | 6,65 | 7,70 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | GJ/rok | 16,8 | 4,2 | 3,5 | 3,0 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | MW | 0,0019 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0004 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła | zł/rok | | 2 591 | 2 726 | 2 824 |
| Cena jednostkowa usprawnienia netto | zł/ m^2 | | 185,0 | 190,0 | 200,0 |
| Planowane nakłady na realizację usprawnienia brutto Nu | zł | | 22 066,25 | 22 527,50 | 23 450,00 |
| SPBT | lata | | 8,52 | 8,26 | 8,30 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | W/($m^2 \times K$) | 0,72 | 0,18 | 0,15 | 0,13 |
| Podstawa przyjętych wartości N_U: | | | | | |
| Planowane nakłady na usprawnienie stanowią iloczyn ceny jednostkowej brutto i całkowitej powierzchni stropodachu (Akoszt). | | | | | |
| Wybrany wariant | C2 | Nakłady [zł] | 22 527,50 | SPBT [lata] | 8,26 |

Tab. 19 Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany zewn budynku

| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW1 | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|---------|
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia | | | Akoszt [m ²] | 470 | |
| Opis wariantów usprawnienia: | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. poprzez przyklejenie warstwy izolacji ze styropianu i wykończenie od zewnątrz warstwą tynku. | | | | | |
| Rozpatruje się 1 wariant z warstwą izolacji (wsp. przewodzenia) | | | 0,040 | | |
| Wariant D1– grubość warstwy izolacji | | | 14 cm | | |
| Wariant D2– grubość warstwy izolacji | | | 16 cm | | |
| Wariant D3– grubość warstwy izolacji | | | 18 cm | | |
| Omówienie | Jednostka | Stan istniejący | D1 | D2 | D3 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g | cm | | 14 | 16 | 18 |
| Opór cieplny przegrody docieplonej warstwą izolacji R | (m ² ×K)/W | 0,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | GJ/rok | 152,7 | 25,4 | 22,7 | 20,5 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | MW | 0,0215 | 0,0036 | 0,0032 | 0,0029 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła | zł/rok | | 27 444 | 28 028 | 28 499 |
| Cena jednostkowa usprawnienia netto | zł/m ² | | 200,00 | 210,00 | 222,00 |
| Planowane nakłady na realizację usprawnienia brutto Nu | zł | | 115 620 | 121 401 | 128 338 |
| SPBT | lata | | 4,21 | 4,33 | 4,50 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | W/(m ² ×K) | 1,43 | 0,24 | 0,21 | 0,19 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U : | | | | | |
| Planowane nakłady na usprawnienie stanowią iloczyn ceny jednostkowej brutto i całkowitej powierzchni ścian (Akoszt) | | | | | |
| Wybrany wariant | D2 | Nakłady [zł] | 121 401,00 | SPBT [lata] | 4,33 |

Tab. 20 Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany zewn budynku

| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW2 | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|--------|
| Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia | | | Akoszt [m ²] | 290 | |
| Opis wariantów usprawnienia: | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ścian zewn. poprzez przyklejenie warstwy izolacji ze styropianu i wykończenie od zewnątrz warstwą tynku. | | | | | |
| Rozpatruje się 1 wariant z warstwą izolacji (wsp. przewodzenia) | | | 0,040 | | |
| Wariant E1– grubość warstwy izolacji | | | 14 cm | | |
| Wariant E2– grubość warstwy izolacji | | | 16 cm | | |
| Wariant E3– grubość warstwy izolacji | | | 18 cm | | |
| Omówienie | Jednostka | Stan istniejący | E1 | E2 | E3 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g | cm | | 14 | 16 | 18 |
| Opór cieplny przegrody docieplonej warstwą izolacji R | (m ² ×K)/W | 0,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | GJ/rok | 94,2 | 15,7 | 14,0 | 12,7 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | MW | 0,0133 | 0,0022 | 0,0020 | 0,0018 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła | zł/rok | | 16 934 | 17 294 | 17 584 |
| Cena jednostkowa usprawnienia netto | zł/m ² | | 200,00 | 210,00 | 224,00 |
| Planowane nakłady na realizację usprawnienia brutto Nu | zł | | 71 340 | 74 907 | 79 901 |
| SPBT | lata | | 4,21 | 4,33 | 4,54 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | W/(m ² ×K) | 1,43 | 0,24 | 0,21 | 0,19 |
| Podstawa przyjętych wartości N _U : | | | | | |
| Planowane nakłady na usprawnienie stanowią iloczyn ceny jednostkowej brutto i całkowitej powierzchni ścian (Akoszt) | | | | | |
| Wybrany wariant | E2 | Nakłady [zł] | 74 907,00 | SPBT [lata] | 4,33 |

8.2. Wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Zaproponowano takie przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące systemu grzewczego, które poprawi jego sprawność i dostosuje system do aktualnych wymagań technicznych oraz nowych potrzeb cieplnych budynku. Przewiduje się:

- poprawienie sprawności wykorzystania i regulacji ciepła,

Rozpatrywano jeden wariant tego przedsięwzięcia składający się z prac.

- montaż na zaworach termostatycznych brakujących głowic termostatycznych z kapturkiem zabezpieczającym przed nieuprawnionym kręceniem lub urwaniem,
- płukanie chemiczne instalacji c.o. bądź płukanie indywidualne grzejników,

Z uwagi na niską awaryjność instalacji c.o. oraz dużą odporność na uderzenia mechaniczne zaproponowano pozostawienie istniejących grzejników żeberkowych żeliwnych. Za proponowano montaż na grzejnikach na zaworach termostatycznych brakujących głowic termostatycznych. Głowice zaopatrzone będą z kaptur zabezpieczający przed nieuprawnionym kręceniem bądź urwaniem.

Po wykonaniu termomodernizacji wszystkich budynków zostanie wykonana ponowna regulacja instalacji poprzez ustawienie nastaw na zaworach termostatycznych oraz zaworach regulacyjnych na pionach zgodnie ze zmienionymi potrzebami cieplnymi budynku.

Sprawności składowe i sprawność całkowitą systemu grzewczego oraz współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby i tygodnia przed i po modernizacji przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 21 Sprawności systemu grzewczego przed i po modernizacji

| Rodzaje sprawności i współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu | | Przed modernizacją | Po modernizacji |
|---|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła | η_s | 1,00 | 1,00 |
| Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła | η_g | 1,00 | 1,00 |
| Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła | η_e | 0,77 | 0,89 |
| Średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepła | η_d | 0,96 | 0,96 |
| Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | w_t | 0,85 | 1,00 |
| Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d | 0,95 | 1,00 |
| Sprawność całkowita systemu grzewczego: | η | 0,739 | 0,854 |

Nakłady na modernizację systemu grzewczego obejmują roboty montażowe, dostawy urządzeń i materiałów oraz nadzór inwestycyjny i prace rozruchowe.

Nakłady na modernizację systemu grzewczego w budynku przedstawiono poniżej.

Tab. 22 Nakłady inwestycyjne na modernizację systemu grzewczego-źródło ciepła i instalacji c.o.

| Rodzaj modernizacji | Jednostka | Liczba jednostek | Koszt jednostkowy netto | Nakłady |
|---|-----------|------------------|-------------------------|------------------|
| Montaż na zaworach termostatycznych głowic termostatycznych wzmocnionych zabezpieczających przed nieuprawnionym kręceniem lub urwaniem. | szt. | 118 | 100,0 | 14 514,00 |
| Płukanie chemiczne instalacji c.o. bądź płukanie indywidualne grzejników. | kpl. | 3 | 3000,0 | 11 070,00 |
| Niezbędne prace budowlane | kpl. | 1 | 500,0 | 500,00 |
| Montaż układów regulacyjnych na wejściu do poszczególnych budynków | kpl. | 3 | 3000,0 | 11 070,00 |
| RAZEM | | | | 37 154,00 |

Opłacalność przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Tab. 23 Opłacalność modernizacji systemu grzewczego

| Wariant | Roczna oszczędność kosztów ciepła, DO_{rcos} | Nakłady na modernizację | SPBT N_{co}/DO_{rcos} |
|----------|--|-------------------------|-------------------------|
| | zł/rok | zł | Lata |
| F | 10 142 | 37 154,00 | 3,66 |

8.3. Zestawienie wybranych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej SPBT

Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji naturalnej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT, przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 24. Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT

| Przedsięwzięcie termomodernizacyjne | Wariant | SPBT | Wariant 1 |
|--|----------------|--------------|------------------|
| Modernizacja instalacji c.o. | F | | 37 154,00 |
| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW1 | D2 | 4,33 | 121 401,00 |
| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW2 | E2 | 4,33 | 74 907,00 |
| Docieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły | B2 | 5,43 | 124 242,30 |
| Docieplenie dachu płaskiego budynku szkoły | C2 | 8,26 | 22 527,50 |
| Docieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych zagłębionych w gruncie budynku szkoły | A2 | 20,46 | 25 830,00 |

9. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

9.1. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji naturalnej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, obliczono kolejno:

- planowane nakłady całkowite na przedsięwzięcie termomodernizacyjne N , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku, gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii;
- kwotę rocznych oszczędności kosztów energii cieplnej ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia zgodnie ze wzorem:

$$\Delta O_r = (w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co}/\eta_0 + Q_{0cw}) \cdot O_z - (w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co}/\eta_1 + Q_{1cw}) \cdot O_z + 12 \cdot [(q_{0co} + q_{0cw}) \cdot O_m - (q_{1co} + q_{1cw}) \cdot O_m] \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

- Q_{0co}, Q_{1co} – sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzewania przed i po termomodernizacji, GJ/rok,
- w_{t0}, w_{t1} – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed i po termomodernizacji,
- w_{d0}, w_{d1} – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby przed i po termomodernizacji,
- η_0, η_1 – całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po termomodernizacji,
- Q_{0cw}, Q_{1cw} – zapotrzebowanie budynku na ciepło do przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji, GJ/rok,
- q_{0co}, q_{1co} – zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na c.o. przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW,
- q_{0cw}, q_{1cw} – zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na przygotowanie c.w.u. przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW,
- O_m – stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii, zł/MW/m-c,
- O_z – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii, zł/GJ,

- zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej;

1. kwota środków własnych nie jest większa niż maksymalna wielkość określona przez inwestora.

9.2. Określenie wariantów i wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ze wskazanych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych utworzono warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W kosztach całkowitych uwzględniono dodatkowy koszt opracowania niezbędnej dokumentacji technicznej i nadzoru inwestorskiego w wysokości 5% kosztów inwestycji.

Warianty wraz z planowanymi nakładami przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 25. Zestawienie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Przedsięwzięcie termomodernizacyjne | Wariant | SPBT | Wariant 1 | Wariant 2 | Wariant 3 | Wariant 4 | Wariant 5 | Wariant 6 |
|-----|--|---------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1. | Modernizacja instalacji c.o. | F | | 37 154,00 | 37 154,00 | 37 154,00 | 37 154,00 | 37 154,00 | 37 154,00 |
| 2. | Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW1 | D2 | 4,33 | 121 401,00 | 121 401,00 | 121 401,00 | 121 401,00 | 121 401,00 | |
| 3. | Docieplenie ścian zewnętrznych budynku ZW2 | E2 | 4,33 | 74 907,00 | 74 907,00 | 74 907,00 | 74 907,00 | | |
| 4. | Docieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły | B2 | 5,43 | 124 242,30 | 124 242,30 | 124 242,30 | | | |
| 5. | Docieplenie dachu płaskiego budynku szkoły | C2 | 8,26 | 22 527,50 | 22 527,50 | | | | |
| 6. | Docieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych zagłębionych w gruncie budynku szkoły | A2 | 20,46 | 25 830,00 | | | | | |
| | SUMA | | | 406 061,80 | 380 231,80 | 357 704,30 | 233 462,00 | 158 555,00 | 37 154,00 |
| | Regulacja instalacji c.o., zmiany i niezbędna dok. tech., nadzór inwestorski | | | 20 303,09 | 19 011,59 | 17 885,22 | 11 673,10 | 7 927,75 | 1 857,70 |
| | Koszty całkowite | | | 426 364,89 | 399 243,39 | 375 589,52 | 245 135,10 | 166 482,75 | 39 011,70 |

Wybór wariantu optymalnego oraz zestawienie wskaźników finansowych i energetycznych przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 26 Wybór wariantu optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | | | | Premia termomodernizacyjna* | | |
|-----------|----------------------------|-------------------------------------|--|--|----------|-----------------------------|-------------------------|--|
| Wariant | Planowane koszty całkowite | Roczne oszczędności kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem spr. całkowitej) | Optymalna kwota kredytu /środki własne | | 20% kredytu | 16% kosztów całkowitych | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii |
| | [zł] | [zł/rok] | [%] | [zł] | [%] | [zł] | [zł] | [zł] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Wariant 1 | 426 364,89 | 71 327 | 54,4 | 341 091,91 85 272,98 | 80 20 | | | |
| Wariant 2 | 399 243,39 | 70 902 | 54,1 | 319 394,71 79 848,68 | 80 20 | | | |
| Wariant 3 | 375 589,52 | 68 869 | 52,5 | 300 471,61 75 117,90 | 80 20 | | | |
| Wariant 4 | 245 135,10 | 42 904 | 32,7 | 196 108,08 49 027,02 | 80 20 | | | |
| Wariant 5 | 166 482,75 | 25 479 | 19,3 | 133 186,20 33 296,55 | 80 20 | | | |
| Wariant 6 | 39 011,70 | 10 142 | 7,9 | 31 209,36 7 802,34 | 80 20 | | | |

Do realizacji w wyniku optymalizacji, wybrano **wariant 1**

Charakterystyki energetyczne dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 27. Charakterystyki energetyczne dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | Q_{co} | sprawność instalacji c.o. | Przerwa w okresie doby | Przerwa w okresie tygodnia | Q_{0co}, Q_{1co} | q_{0co}, q_{1co} | Q_{0cw}, Q_{1cw} | q_{0cw}, q_{1cw} | E | E_s |
|------------------------|----------|---------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| | [GJ/rok] | | wd | wt | [GJ/rok] | [kW] | [GJ/rok] | [kW] | [kWh/m ² a] | [kWh/m ² a] |
| Stan istniejący | 662 | 0,739 | 0,95 | 0,85 | 723,4 | 112 | 89,8 | 5,3 | 363 | 396 |
| Wariant 1 | 240 | 0,854 | 1,00 | 1,00 | 281,0 | 61 | 89,8 | 5,3 | 131 | 154 |
| Wariant 2 | 242 | 0,854 | 1,00 | 1,00 | 283,7 | 61 | 89,8 | 5,3 | 133 | 155 |
| Wariant 3 | 253 | 0,854 | 1,00 | 1,00 | 296,3 | 63 | 89,8 | 5,3 | 139 | 162 |
| Wariant 4 | 391 | 0,854 | 1,00 | 1,00 | 457,8 | 79 | 89,8 | 5,3 | 214 | 251 |
| Wariant 5 | 484 | 0,854 | 1,00 | 1,00 | 566,2 | 90 | 89,8 | 5,3 | 265 | 310 |
| Wariant 6 | 662 | 0,854 | 1,00 | 0,85 | 658,9 | 112 | 89,8 | 5,3 | 363 | 361 |

gdzie:

Q_{co}, Q_{co} –sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu, GJ/rok,

Q_{0co}, Q_{1co} –zapotrzebowanie budynku na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu, wraz z zapotrzebowaniem na ciepło do wentylacji mechanicznej kompleksu sportowego, GJ/rok,

Q_{0cw}, Q_{1cw} –zapotrzebowanie budynku na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej, GJ/rok,

q_{0co}, q_{1co} –zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na potrzeby c.o. wraz z zapotrzebowaniem na ciepło do wentylacji mechanicznej kompleksu sportowego, kW,

q_{0cw}, q_{1cw} – zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u., kW,

E – powierzchniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania, kWh/(m²·rok).

E_s – powierzchniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania, kWh/(m²·rok).

9.3. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W poniższej tabeli przedstawiono charakterystykę energetyczną budynku po wykonanych następujących pracach termomodernizacyjnych składających się na wybrany wariant 1:

Tab. 28. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wyszczególnienie | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|--|-------------------------|------------------------|------------------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzewanie budynku q_{0co} | kW | 112,0 | 61,0 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u. q_{0cw} | kW | 5,3 | 5,3 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), Q_{co} | GJ/rok | 662,0 | 240,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu): Q_{0co} | GJ/rok | 723,4 | 281,0 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. Q_{0cw} | GJ/rok | 89,8 | 89,8 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na moc grzewczą | W/m ³ | 52,6 | 28,7 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E w standardowym sezonie grzewczym (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² ×rok | 362,7 | 131,5 |
| Powierzchniowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E _s w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ² ×rok | 396,3 | 154,0 |
| Kubaturowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E _{vs} w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) | kWh/m ³ ×rok | 94,4 | 36,7 |
| Koszty ogrzewania budynku (wliczone koszty stałe) | zł/rok | 117 620 | 46 293 |
| Koszty przygotowania c.w.u. | zł/rok | 16 312 | 16 312 |

10. Wnioski. Opis techniczny wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

1. Wariantem optymalnym przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wybranym do realizacji jest **WARIANT 1** polegający na:

- dociepleniu ścian zewnętrznych wszystkich 3 budynków ZSKPiG, łącznie ze ścianami zagłębionymi w gruncie budynku szkoły,
- dociepleniu dachu płaskiego budynku szkoły,
- modernizacji systemu grzewczego w poszczególnych budynkach ZSKPiG.

2. Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia:

| | | |
|--|--------|------------|
| Planowane koszty całkowite | zł | 426 364,89 |
| Planowana kwota kredytu | zł | - |
| Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię | % | 54,40 |
| Premia termomodernizacyjna | zł | - |
| Roczna oszczędność kosztów energii | zł/rok | 71 326,92 |
| Roczna oszczędność energii | GJ/rok | 442,40 |

3. We wszystkich budynkach ZSKPiG należy wykonać docieplenie ścian zewn. metodą bezspoinową (BSO) wg instrukcji ITB, polegającą na przymocowaniu do ścian od zewnątrz warstwy izolacyjnej ze styropianu (0,04 W/mK), na którym należy wykonać warstwę fakturową na siatce. Grubość nowej warstwy izolacji ze styropianu wyniesie **16 cm**.

Dodatkowo w budynku szkoły należy wykonać ocieplenie ścian przy gruncie polegające na przymocowaniu do ścian od zewnątrz warstwy izolacyjnej z polistyrenu ekstrudowanego (0,036 W/mK) gr. 12 cm, wraz z położeniem izolacji przeciwwilgociowej.

Całkowite nakłady brutto na docieplenie ścian zewn. budynków (ściany kondygnacji oraz ściany piwnic w gruncie) wyniosą:

| |
|------------|
| 346 380,30 |
|------------|

4. Przewiduje się ocieplenie dachu płaskiego budynku szkoły poprzez przyklejenie warstwy izolacji ze styropianu laminowanego papą asfaltową i wykonanie zewnętrznego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.

Całkowite nakłady brutto na docieplenie dachu wyniosą:

| |
|-----------|
| 74 907,00 |
|-----------|

5. Modernizacja systemu grzewczego szkoły w budynku polegać będzie na poprawieniu sprawności regulacji ciepła poprzez montaż na zaworach termostatycznych brakujących głowic termostatycznych z kapturkiem zabezpieczającym przed nieuprawnionym kręceniem lub urwaniem.

Przed montażem głowic na zaworach wykonane zostanie płukanie chemiczne instalacji c.o. bądź płukanie indywidualne grzejników

Całkowite nakłady brutto na modernizację systemu grzewczego wyniosą:

| |
|-----------|
| 37 154,00 |
|-----------|

6. Prace dotyczące systemu grzewczego powinny zostać poprzedzone wykonaniem projektu technicznego modernizacji instalacji c.o. Projekt modernizacji powinien zawierać aktualne obliczenia zapotrzebowania na ciepło budynku z uwzględnieniem wykonanych prac termomodernizacyjnych oraz zawierającego obliczenia hydrauliczne instalacji zgodne ze zmienionymi potrzebami cieplnymi. Zgodnie z wynikami obliczeń hydraulicznych powinna zostać wykonana regulacja wstępna instalacji poprzez ustawienie nastaw wstępnych we wszystkich zaworach na grzejnikach i zaworach zamontowanych na pionach.
7. W budynku można zastosować obniżenia temperaturowe w godzinach, w którym budynek jest nieużytkowany.
W budynku zastosowane mogą być obniżenia 4-godzinne lub większe, jeżeli w trakcie użytkowania instalacji okaże się, że pomieszczenia zdążą nagrzać się do temperatur obliczeniowych przed rozpoczęciem użytkowania. Nie należy stosować obniżeń o więcej niż 4°C poniżej temperatur obliczeniowych powietrza wewnętrznego.
8. Zarządca budynku powinien przeszkolić użytkowników odnośnie co do racjonalnego użytkowania ciepła i ciepłej wody użytkowej, m in. w zakresie:
 - sposobu wietrzenia pomieszczeń (wietrzenie powinno być krótkie i intensywne; nie należy stosować długiego wietrzenia przez uchylone okno, gdyż wówczas dopływ świeżego powietrza nie jest duży, a straty ciepła są wysokie; na czas wietrzenia należy wyłączyć ogrzewanie; w pomieszczeniach należy zwrócić uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji tzn. systematycznie przewietrzać pomieszczenia, aby nie dopuścić do powstawania pleśni i zawilgoceń,
 - sposobu korzystania z zaworów termostatycznych (przypominanie o tym, że zawory te działają automatycznie i nie należy ich stosować jak zaworów typu włącz-wyłącz, a więc należy stosować ustawienia pośrednie, a nie maks. i min.);
 - sposobu korzystania z grzejników (pozostawianie grzejników w czystości, nie osłanianie ich np. zasłonami, zabudową, meblami; nie korzystanie z grzejników jako suszarek do ubrań czy ręczników).
9. Wyroby budowlane stosowane w robotach termomodernizacyjnych powinny spełniać wymagania polskich przepisów, a wykonawca powinien posiadać dokumenty potwierdzające, że zostały one wprowadzone do obrotu zgodnie z regulacjami ustawy o wyrobach budowlanych i że posiadają wymagane parametry.
10. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego.



Załącznik 2

Obliczenia liczby stopniodni- dla obliczeniowej temp pow. wewnętrznego 20°C i 16°C dla stacji meteorologicznej w Gdańsku

| Miesiąc | Średnia wieloletnia temp. miesiąca* | Liczba dni ogrzewania w danym miesiącu | Liczba stopniodni $t_{wew}-20^{\circ}\text{C}$ | Liczba stopniodni $t_{wew}-16^{\circ}\text{C}$ |
|-------------|-------------------------------------|--|--|--|
| I | 2,0 | 31 | 558,0 | 434,0 |
| II | 1,2 | 28 | 526,4 | 414,4 |
| III | 3,5 | 31 | 511,5 | 387,5 |
| IV | 7,7 | 30 | 369,0 | 249,0 |
| V | 10,7 | 20 | 186,0 | 106,0 |
| VI | 15,5 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| VII | 18,7 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| VIII | 16,3 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| IX | 14,5 | 10 | 55,0 | 15,0 |
| X | 8,7 | 31 | 350,3 | 226,3 |
| XI | 4,0 | 30 | 480,0 | 360,0 |
| XII | 1,9 | 31 | 561,1 | 437,1 |
| SUMA | | | 3 597,3 | 2 629,3 |

*dane z bazy danych Ministerstwa Infrastruktury

Załącznik 3

Maksymalne wartości wsp. U dla budynków użyteczności publicznej zawarte w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami) szczególnie ze zmianą z 5 lipca 2013r. Stan po 1 stycznia 2014r. oraz stan na 1 styczeń roku 2017.

| Lp. | Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu | Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² · K)]* | Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² · K)]** |
|-----|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 |
| 1 | Ściany zewnętrzne: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ | 0,25 0,45 0,90 | 0,23 0,45 0,90 |
| 2 | Ściany wewnętrzne: a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych | 1,00 bez wymagań 0,30 | 1,00 bez wymagań 0,30 |
| 3 | Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości: a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny | 3,00 0,70 | 3,00 0,70 |
| 4 | Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych | bez wymagań | bez wymagań |
| 5 | Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ | 0,20 0,30 0,70 | 0,18 0,30 0,70 |
| 6 | Podłogi na gruncie: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ | 0,30 1,20 1,50 | 0,30 1,20 1,50 |
| 7 | Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ | 0,45 0,25 0,30 1,00 | 0,45 0,25 0,30 1,00 |
| 8 | Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne: a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych | bez wymagań 1,00 bez wymagań 0,25 | bez wymagań 1,00 bez wymagań 0,25 |

*wartości, które zaczną obowiązywać od 1 stycznia 2014r.

**wartości, które zaczną obowiązywać od 1 stycznia 2017r.

| Lp. | Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne | Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² · K)] | Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² · K)] |
|-----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 |
| 1 | Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$ | 1,3 1,8 | 1,1 1,6 |
| 2 | Okna połaciowe: a) przy $t_i \geq 16^\circ$ b) przy $t_i < 16^\circ$ | 1,5 1,8 | 1,3 1,6 |
| 3 | Okna w ścianach wewnętrznych: a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych | 1,50 bez wymagań 1,50 | 1,30 bez wymagań 1,30 |
| 4 | Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi | 1,7 | 1,5 |
| 5 | Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych | bez wymagań | bez wymagań |

t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.

Obliczenia zapotrzebowania na moc i ciepło (wydruki z programu Audytor OZC)

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek główny | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| 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 | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/ (m³·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/ (m·K) |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 523,1 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1330,2 | m³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 30634 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 7591 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 38225 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 38225 | W |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$: | 73,1 | W/m² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$: | 28,7 | W/m³ |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 159,6 | m³/h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | | m³/h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m³/h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m³/h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m³/h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m³/h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 632,1 | m³/h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| 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 $V_{v,H}$: | 898,2 | m³/h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 219,34 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 60928 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 523 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1330,2 | m³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 419,3 | MJ/ (m²·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 116,5 | kWh/ (m²·rok) |

| | | | |
|--|--------------------------|----------------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 164,9 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 45,8 | kWh/(m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | 4,0 | K | |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | 16 | °C | |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | Nie | | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | Nie | | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | Tak | | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | Szkolny | | |
| Typ konstrukcji budynku: | Ciężka | | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | Konwekcyjne | | |
| Oslabienie ogrzewania: | Bez osłabienia | | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | Indywidualna reg. | | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | Bez próby szczelności po | | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | 4,0 | 1/h | |
| Klasa osłonięcia budynku: | Średnie osłonięcie | | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | Naturalna | | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | °C | |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | 20,0 | °C | |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | 20,0 | °C | |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | 70,0 | % | |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | 49,0 | % | |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | % | |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | % | |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | 0,00 | m | |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | m | |
| Rzędna wody gruntowej: | -5,00 | m | |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | m | |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | m | |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | 221,90 | m ² | |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | 1655,0 | m | |
| Obrót budynku: | Bez obrotu | | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | 0 | | |
| Liczba stref budynku: | 1 | | |
| Liczba grup pomieszczeń: | 1 | | |
| Liczba pomieszczeń: | 4 | | |

| | | |
|---|-----------------------|----------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek główny | |
| | | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| | | |
| 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 | |
| | | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/ (m ³ ·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/ (m·K) |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 523,1 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1330,2 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 12043 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 7591 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 19634 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 19634 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$: | 37,5 | W/m ² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$: | 14,8 | W/m ³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 159,6 | m ³ /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m ³ /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 632,1 | m ³ /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| | | |
| 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 $V_{v,H}$: | 898,2 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 67,94 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 18871 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 523 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1330,2 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 129,9 | MJ/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 36,1 | kWh/ (m ² ·rok) |

| | | | |
|--|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 51,1 | MJ/ (m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 14,2 | kWh/ (m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | | 4,0 | K |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | | 16 | °C |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | | Nie | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | | Nie | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | | Tak | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | | Szkolny | |
| Typ konstrukcji budynku: | | Ciężka | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | | Konwekcyjne | |
| Oslabienie ogrzewania: | | Bez osłabienia | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | | Indywidualna reg. | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | | Bez próby szczelności po | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | | 4,0 | 1/h |
| Klasa osłonięcia budynku: | | Średnie osłonięcie | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | | Naturalna | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | | °C |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | | 20,0 | °C |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | | 20,0 | °C |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | | 70,0 | % |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | | 49,0 | % |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | | % |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | | % |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | | 0,00 | m |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | | m |
| Rzędna wody gruntowej: | | -5,00 | m |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | | m |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | | m |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | | 221,90 | m ² |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | | 1655,0 | m |
| Obrót budynku: | | Bez obrotu | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | | 0 | |
| Liczba stref budynku: | | 1 | |
| Liczba grup pomieszczeń: | | 1 | |
| Liczba pomieszczeń: | | 4 | |

| | | |
|---|--------------------------|----------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek internatu | |
| | | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| | | |
| 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 | |
| | | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/ (m ³ ·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/ (m·K) |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 580,0 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1664,6 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 33405 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 10187 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 43592 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 43592 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$: | 75,2 | W/m ² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$: | 26,2 | W/m ³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 199,8 | m ³ /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m ³ /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 832,3 | m ³ /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| | | |
| 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 $V_{v,H}$: | 1165,2 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 274,34 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 76205 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 580 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1664,6 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 473,0 | MJ/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 131,4 | kWh/ (m ² ·rok) |

| | | | |
|--|--------------------------|----------------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 164,8 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 45,8 | kWh/(m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | 4,0 | K | |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | 16 | °C | |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | Nie | | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | Nie | | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | Tak | | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | Szkolny | | |
| Typ konstrukcji budynku: | Ciężka | | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | Konwekcyjne | | |
| Oslabienie ogrzewania: | Bez osłabienia | | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | Indywidualna reg. | | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | Bez próby szczelności po | | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | 4,0 | 1/h | |
| Klasa osłonięcia budynku: | Średnie osłonięcie | | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | Naturalna | | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | °C | |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | 20,0 | °C | |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | 20,0 | °C | |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | 70,0 | % | |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | 49,0 | % | |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | % | |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | % | |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | 0,00 | m | |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | m | |
| Rzędna wody gruntowej: | -5,00 | m | |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | m | |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | m | |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | 221,90 | m ² | |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | 1655,0 | m | |
| Obrót budynku: | Bez obrotu | | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | 0 | | |
| Liczba stref budynku: | 1 | | |
| Liczba grup pomieszczeń: | 1 | | |
| Liczba pomieszczeń: | 2 | | |

| | | |
|---|--------------------------|--------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek internatu | |
| | | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| | | |
| 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 | |
| | | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/(m³·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/(m·K) |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 580,0 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1664,6 | m³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 14766 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 10187 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 24954 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 24954 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$: | 43,0 | W/m² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$: | 15,0 | W/m³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 199,8 | m³/h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | | m³/h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m³/h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m³/h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m³/h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m³/h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 832,3 | m³/h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| | | |
| 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 $V_{v,H}$: | 1165,2 | m³/h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 115,29 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 32024 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 580 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1664,6 | m³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 198,8 | MJ/(m²·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 55,2 | kWh/(m²·rok) |

| | | | |
|--|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 69,3 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 19,2 | kWh/(m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | | 4,0 | K |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | | 16 | °C |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | | Nie | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | | Nie | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | | Tak | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | | Szkolny | |
| Typ konstrukcji budynku: | | Ciężka | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | | Konwekcyjne | |
| Oslabienie ogrzewania: | | Bez osłabienia | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | | Indywidualna reg. | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | | Bez próby szczelności po | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | | 4,0 | 1/h |
| Klasa osłonięcia budynku: | | Średnie osłonięcie | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | | Naturalna | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | | °C |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | | 20,0 | °C |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | | 20,0 | °C |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | | 70,0 | % |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | | 49,0 | % |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | | % |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | | % |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | | 0,00 | m |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | | m |
| Rzędna wody gruntowej: | | -5,00 | m |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | | m |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | | m |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | | 221,90 | m ² |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | | 1655,0 | m |
| Obrót budynku: | | Bez obrotu | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | | 0 | |
| Liczba stref budynku: | | 1 | |
| Liczba grup pomieszczeń: | | 1 | |
| Liczba pomieszczeń: | | 2 | |

| | | |
|---|---------------------------------|----------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek internatu małego | |
| | | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| | | |
| 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 | |
| | | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/ (m ³ ·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/ (m·K) |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 404,4 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1008,1 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 24053 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 5548 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 29601 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 29601 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$: | 73,2 | W/m ² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$: | 29,4 | W/m ³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 121,0 | m ³ /h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$: | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m ³ /h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m ³ /h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m ³ /h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 460,1 | m ³ /h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| | | |
| 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 $V_{v,H}$: | 661,7 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 168,98 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 46940 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 404 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1008,1 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 417,9 | MJ/ (m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 116,1 | kWh/ (m ² ·rok) |

| | | | |
|--|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 167,6 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 46,6 | kWh/(m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | | 4,0 | K |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | | 16 | °C |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | | Nie | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | | Nie | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | | Tak | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | | Szkolny | |
| Typ konstrukcji budynku: | | Ciężka | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | | Konwekcyjne | |
| Oslabienie ogrzewania: | | Bez osłabienia | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | | Indywidualna reg. | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | | Bez próby szczelności po | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | | 4,0 | 1/h |
| Klasa osłonięcia budynku: | | Średnie osłonięcie | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | | Naturalna | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | | °C |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | | 20,0 | °C |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | | 20,0 | °C |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | | 70,0 | % |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | | 49,0 | % |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | | % |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | | % |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | | 0,00 | m |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | | m |
| Rzędna wody gruntowej: | | -5,00 | m |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | | m |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | | m |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | | 221,90 | m ² |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | | 1655,0 | m |
| Obrót budynku: | | Bez obrotu | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | | 0 | |
| Liczba stref budynku: | | 1 | |
| Liczba grup pomieszczeń: | | 1 | |
| Liczba pomieszczeń: | | 4 | |

| | | |
|---|---------------------------------|--------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | ZSKPiG-Budynek internatu małego | |
| | | |
| Miejscowość: | Gdańsk-Sobieszewo | |
| Adres: | ul. Tęczowa 1 | |
| Projektant: | WA | |
| | | |
| 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 | |
| | | |
| Grunt: | | |
| Rodzaj gruntu: | Piasek lub żwir | |
| Pojemność cieplna: | 2,000 | MJ/(m³·K) |
| Głębokość okresowego wnikania ciepła δ : | 3,167 | m |
| Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g : | 2,0 | W/(m·K) |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 404,4 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1008,1 | m³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 10035 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 5548 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 15583 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 15583 | W |
| | | |
| Wskaźniki i współczynniki strat ciepła: | | |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$: | 38,5 | W/m² |
| Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$: | 15,5 | W/m³ |
| | | |
| Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego: | | |
| Powietrze infiltrujące V_{infv} : | 121,0 | m³/h |
| Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$: | | m³/h |
| Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$: | | m³/h |
| Powietrze nawiewane mech. V_{su} : | | m³/h |
| Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$: | | m³/h |
| Powietrze usuwane mech. V_{ex} : | | m³/h |
| Średnia liczba wymian powietrza n: | 0,5 | |
| Dopływające powietrze wentylacyjne V_v : | 460,1 | m³/h |
| Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v : | -16,0 | °C |
| | | |
| 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 $V_{v,H}$: | 661,7 | m³/h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 55,71 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 15476 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 404 | m² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 1008,1 | m³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 137,8 | MJ/(m²·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 38,3 | kWh/(m²·rok) |

| | | | |
|--|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 55,3 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie | EV _H : | 15,4 | kWh/(m ³ ·rok) |
| Parametry obliczeń projektu: | | | |
| Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} : | | 4,0 | K |
| Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach: | | | |
| Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u} | | | |
| Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} : | | 16 | °C |
| Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich | | | |
| budynkach tak jak by były nieogrzewane: | | Nie | |
| Obliczanie automatyczne mostków cieplnych: | | Nie | |
| Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną: | | Tak | |
| Domyślne dane do obliczeń: | | | |
| Typ budynku: | | Szkolny | |
| Typ konstrukcji budynku: | | Ciężka | |
| Typ systemu ogrzewania w budynku: | | Konwekcyjne | |
| Oslabienie ogrzewania: | | Bez osłabienia | |
| Regulacja dostawy ciepła w grupach: | | Indywidualna reg. | |
| Stopień szczelności obudowy budynku: | | Bez próby szczelności po | |
| Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ : | | 4,0 | 1/h |
| Klasa osłonięcia budynku: | | Średnie osłonięcie | |
| Domyślne dane dotyczące wentylacji: | | | |
| System wentylacji: | | Naturalna | |
| Temperatura powietrza nawiewanego θ _{su} : | | | °C |
| Temperatura powietrza kompensacyjnego θ _c : | | 20,0 | °C |
| Domyślne dane dotyczące rekuperacji i recyrkulacji: | | | |
| Temperatura dopływającego powietrza θ _{ex,rec} : | | 20,0 | °C |
| Projektowa sprawność rekuperacji η _{recup} : | | 70,0 | % |
| Sezonowa sprawność rekuperacji η _{E,recup} : | | 49,0 | % |
| Projektowy stopień recyrkulacji η _{recir} : | | | % |
| Sezonowy stopień recyrkulacji η _{E,recir} : | | | % |
| Geometria budynku: | | | |
| Rzędna poziomu terenu: | | 0,00 | m |
| Domyślna rzędna podłogi L _f : | | | m |
| Rzędna wody gruntowej: | | -5,00 | m |
| Domyślna wysokość kondygnacji H: | | | m |
| Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H _i : | | | m |
| Pole powierzchni podłogi na gruncie A _g : | | 221,90 | m ² |
| Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P _g : | | 1655,0 | m |
| Obrót budynku: | | Bez obrotu | |
| Statystyka budynku: | | | |
| Liczba kondygnacji: | | 0 | |
| Liczba stref budynku: | | 1 | |
| Liczba grup pomieszczeń: | | 1 | |
| Liczba pomieszczeń: | | 4 | |