

**AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU
SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 24
W GDAŃSKU**



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 zakończenia budowy	1956
1.3 Właściciel lub zarządca	Gmina Miasta Gdańska ul. Nowe Ogrody 8/12 80-803 Gdańsk	1.4 Adres budynku	Szkoła Podstawowa nr 24 ul. Lilli Wenedy 19 80-419 Gdańsk tel. 58 341 29 32	
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:				
Luiza Napieralska-Rówczyńska Bałtycka Agencja Poszanowania Energii sp. z o.o. ul. Budowlanych 31 80-298 Gdańsk REGON 190967387				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje:				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	Podpis
1.	-	-	-	-
5. Miejscowość:		Gdańsk	Data wykonania opracowania:	11.2015r.

6. Spis treści

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU.....	2
KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU1).....	4
1. Przedmiot i zakres opracowania.....	5
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	5
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	6
3.1. Dane ogólne.....	6
3.2. Opis techniczny elementów budynku.....	7
3.3. Charakterystyka źródła ciepła i instalacji grzewczej.....	8
3.4. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u.....	9
3.5. Charakterystyka układu wentylacji.....	10
4. Charakterystyka energetyczna budynku.....	11
4.1. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania budynków oraz szczytowa moc cieplna.....	11
4.2. Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u.....	13
5. Taryfa i opłaty za ciepło.....	15
6. Ocena stanu technicznego.....	16
6.1. Ocena stanu technicznego budynku.....	16
6.2. Ocena stanu technicznego źródła ciepła i instalacji c.o.	16
6.3. Ocena stanu technicznego instalacji c.w.u.....	16
7. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych do optymalizacji	17
8. Optymalizacja usprawnień termomodernizacyjnych.....	18
8.1. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego.....	18
8.2. Ocena opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia.....	22
termomodernizacyjnych polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.....	22
8.3. Zestawienie wybranych usprawnień termomodernizacyjnych wg rosnącej wartości SPBT.....	23
9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.....	24
10. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	26
10.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	26
10.2. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	29
11. Wnioski.....	30
Załącznik 1. Dokumentacja fotograficzna.....	31
Załącznik 2, Parametry obliczeniowe Audytu energetycznego.....	33
Załącznik 3, Zestawienie obowiązujących maksymalnych wsp. U dla budynków.....	34

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomod.	Stan po termomod.
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2/3	2/3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9263	9 263,0
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	3518	3 518,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	3082	3 082,0
7.	Liczba mieszkań	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	393	393
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	z msc poprzez węzeł ciepłowniczy	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne, wodne, z rozdziałem dolnym	
11.	Współczynnik kształtu A/V dla całego budynku [1/m]	0,37	0,37
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m²·K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,27-1,13	0,27-0,23
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,62-0,85	0,18
3.	Strop nad piwnicą	0,778	0,778
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,28	0,28
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,5-2,6	1,5-1,1
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,5	2,5
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłu η_d	0,9	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,82	0,89
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewaniu w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu	0,7	0,7
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1	1
4.	Sprawność akumulacji	1	1
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi kanały went	okna, drzwi kanały went
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	5 526	5 526
4.	Krotność wymiany powietrza [1/h]	0,6	0,6
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	189,5	126,7
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie c.w.u. [kW]	15,9	15,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1034,8	542,9
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzania budynku - z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1217,5	588,5
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	143,6	143,6
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1169,1	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	BRAK	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	81,7	42,9
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	96,1	46,5
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) brutto			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	64,07	64,07
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	13337,98	13 337,98
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu		[zł]	-
Planowane koszty całkowite		[zł]	760 352,60
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	46,2%
Premia termomodernizacyjna		[zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł/rok]	50 343,07

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

2) U_{ozc} [%] obliczony zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest audyt energetyczny budynku Szkoły Podstawowej nr 24 w Gdańsku.

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

Niniejsze opracowanie wykonano w oparciu o:

- umowę zawartą pomiędzy Gminą Miasta Gdańsk, a Bałtycką Agencją Poszanowania Energii sp. z o.o. w Gdańsku;
- wizje lokalne i inwentaryzacje dokonane w listopadzie 2015 roku (inwentaryzację wykonano wyłącznie w zakresie wymagań niniejszego audytu energetycznego);
- dane przekazane przez kierownictwo placówki;
- Aktualna taryfa ENERGA-OPERATOR S.A.,
- Aktualna taryfa GPEC sp. z o.o.;
- Ustawę z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459);
- 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);
- 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,
- 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).
 - Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2012 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2015"
 - 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

Budynek szkoły jest to obiekt trzykondygnacyjny, w części podpiwniczony z płaskim stropodachem nad łącznikiem i salą gimnastyczną oraz z dachem czterospadowym nad częścią główną budynku. Dach o konstrukcji drewnianej kryty dachówką ceramiczną. Sala gimnastyczna znajduje się nad kuchnią i stołówką i połączona jest ze szkołą łącznikiem dwukondygnacyjnym. Szkoła została oddana do użytku w 1956 roku.

W budynku uczy się 317 uczniów i pracuje 76 osób. Szkoła użytkowana jest od godziny 7.00 do 15.30, po zajęciach dydaktycznych sala gimnastyczna jest wynajmowana do godz. 17.00.

Podstawowe parametry budynku przedstawiono w **tabeli 3.1.**

Tabela 3.1. Podstawowe parametry budynku

Wyszczególnienie		
Powierzchnia ogrzewana	m ²	3 020,0
Powierzchnia użytkowa mieszkań	m ²	-
Kubatura całkowita	m ³	11 637,0
Wysokość kondygnacji w świetle	m	2,75-5

3.2. Opis techniczny elementów budynku

Opis techniczny elementów budynku: przegród zewnętrznych i wewnętrznych budynku przedstawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Opis elementów budynku

Element budynku	Technologia, Współczynnik przenikania ciepła U
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne z cegły dziurawki gr. 42 cm z obustronnym tynkiem, $U = 1,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Ściany zewnętrzne ocieplona	Ściany zewnętrzne z cegły ceramicznej gr. 38 cm ocieplona styropianem gr. 10 cm z obustronnym tynkiem $U = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Ściany zewnętrzne przy gruncie	Ściany zewnętrzne z cegły ceramicznej pełnej grubości 51 cm, $U = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Podłoga w piwnicy	Przyjęto: beton gr. 25 cm, piasek gr. 30 cm; $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Strop piwnicy	Strop DMS ocieplony płytami pilśniowymi $U = 0,78 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Stropodach	Strop DMS ocieplony wełną mineralną gr. 5 cm, kryty papą asfaltową $U = 0,62 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Strop poddasza	Strop drewniany ocieplony piaskiem z trocinami $U = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Podłoga na gruncie	Podłoga betonowa ocieplona płytami pilśniowymi na podsypce piaskowej $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Okna	Okna zespolone, dwuszybowe w ramach z PCV oraz w ramach drewnianych, luksfery; $U = 1,5\text{-}2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
Drzwi wejściowe do budynku	Drzwi wejściowe przeszklone o profilu aluminiowym i PCV, $U = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.

3.3. Charakterystyka źródła ciepła i instalacji grzewczej.

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł ciepłowniczy zainstalowany w piwnicy budynku. Węzeł posiada automatykę czasowo-pogodową. Moc zamówiona dla budynku wynosi 177 kW na potrzeby c.o. i 13 kW na potrzeby c.w.u.

Instalacja wodna pompowa pracuje w systemie zamkniętym.

Charakterystykę instalacji c.o. przedstawiono w **tabeli 3.3**.

Tabela 3.3. Charakterystyka źródła ciepła i instalacji c.o w budynku.

	Rodzaj danych	Dane stanu istniejącego
1	Rodzaj źródła ciepła	Węzeł ciepłowniczy
2	Rodzaj instalacji c.o.	Wodna, pompowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym systemu zamkniętego;
3	Parametry pracy instalacji	85/65°C
4	Sposób pomiaru zużytego ciepła	Licznik ciepła
5	Rodzaj przewodów instalacji c.o.	Rury stalowe czarne, łączone przez spawanie prowadzone po wierzchu ścian
6	Rodzaj grzejników	Żeliwne, żeberkowe; rurowe typu Favier; stalowe konwektorowe,
7	Oslony grzejników	Częściowo
8	Sposób regulacji instalacji	Automatyka pogodowo-czasowa, nastawy na grzejnikach, automatyczne zawory odpowietrzające
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / godzin na dobę	5/16

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.

Przyjęte wartości sprawności systemu grzewczego oraz współczynników przerw w ogrzewaniu przedstawiono w **tabeli 3.4**.

Tabela 3.4. 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 (brak elementów akumulacyjnych)	η_s	1,00
Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła	η_g	0,93
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,82
Średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepła	η_d	0,90
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego:	η	0,686

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

Charakterystykę systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u. przedstawiono w tabeli 3.5.

Tabela 3.5. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u.

	Rodzaj danych	Dane stanu istniejącego
1	Sposób przygotowania c.w.u.	Z węzła ciepłowniczego
2	Rodzaj instalacji	cyrkulacyjna
3	Parametry pracy instalacji	10/50 °C
4	Sposób pomiaru zużytego ciepła	Wspólny licznik ciepła z c.o.
5	Sposób pomiaru ilości zużytej wody ciepłej	Brak
6	Rodzaj punktów czerpalnych	Baterie czerpalne dla zlewozmywaków, umywalek,
7	Regulacja c.w.u.	Automatyka w węźle
8	Ilość osób korzystających z instalacji c.w.u.	Średnia ilość osób - 393

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.

Tabela 3.6. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji c.w.u. w budynku

Rodzaje sprawności systemu c.w.u.		Przed modernizacją
średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła	$\eta_{cw,g}$	0,91
średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody	$\eta_{cw,d}$	0,70
średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody	$\eta_{cw,s}$	1,00
średnia sezonowa sprawność wykorzystania	$\eta_{cw,e}$	1,00
sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.	η_{cw}	0,64

3.5. Charakterystyka układu wentylacji

W budynku jest system wentylacji grawitacyjnej. Nawiew w wentylacji naturalnej odbywa się za pomocą infiltracji oraz wietrzenia przez okna, wywiew zaś poprzez kanały wentylacyjne i wietrzenie pomieszczeń.

Dla wentylacji naturalnej 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 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego:

- okna bardzo nieszczelne (okna stare): $c_r = 1,2$; $c_m = 1,5$;
- okna szczelne ze skrzydłami rozwieralno-uchylnymi (okna nowe), warunki wentylacji normalne: $c_r = 1,0$; $c_m = 1,0$;
- budynek na przestrzeni osłoniętej: $c_w = 1,0$.

Ilość powietrza wentylacyjnego dla obliczeń ciepła dla okien z uwzględnieniem godzin pracy. Całkowita ilość powietrza w wentylacyjnego dla budynku – 5525,6 m³/h w tym ilość powietrza infiltracyjnego - 741 m³/h.

4. Charakterystyka energetyczna budynku

4.1. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania budynków oraz szczytowa moc cieplna

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

- obliczeniowa temperatura zewn. dla I strefy klimatycznej Polski: $t_{zo} = -16^{\circ}\text{C}$;
- obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniach ogrzewanych wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

pomieszczenia sali lekcyjnych i pozostałych użytkowych: $t_{wo} = +20^{\circ}\text{C}$,

pomieszczenia kotłownia i składu opału – nieogrzewane.

liczbę stopniodni wynikającą ze średnich wieloletnich temperatur miesiąca (dane klimatyczne Ministerstwa Infrastruktury dla stacji meteorologicznej w Gdańsku Port Północny i liczby dni ogrzewania (Tabela 1 Rozporządzenia MI w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu). Liczbę stopniodni przedstawiono w załączniku 2.

Zapotrzebowanie na moc cieplną, oraz energię cieplną na ogrzewanie w sezonie grzewczym i wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego przedstawiono w **tabeli 4.1**, udział strat ciepła przez poszczególne elementy budynku w ogólnych stratach ciepła przedstawiono w **tabeli 4.2**. i na **wykresie 4.1**. a zestawienie sezonowych zysków ciepła w **tabeli 4.3**.

Tabela 4.1. Charakterystyka energetyczna budynku dla stanu istniejącego

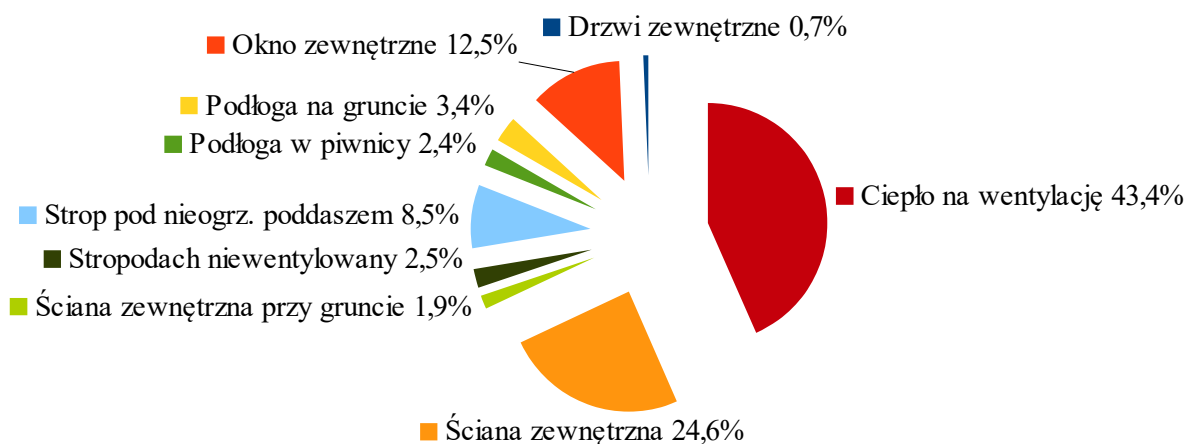
szczytowa moc grzewcza	kW	189,5
sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	GJ/rok	1 034,8
wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło E	kWh/(m ³ ×rok)	96,1
kubaturowy wskaźnik zap. na szczytową moc grzewczą	W/m ³	16,3
powierzchniowy wskaźnik zap. na ciepło do ogrzewania	GJ/(m ² ×rok)	0,34

Tabela 4.2. Zestawienie sezonowych strat ciepła w budynku

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Drzwi zewnętrzne	13,87	3852	0,7
Okno zewnętrzne	255,18	70884	12,5
Podłoga na gruncie	70,06	19461	3,4
Podłoga w piwnicy	47,95	13320	2,4
Strop pod nieogrz. poddaszem	173,85	48291	8,5
Stropodach niewentylowany	51,84	14401	2,5
Ściana zewnętrzna przy gruncie	37,87	10520	1,9
Ściana zewnętrzna	501,02	139173	24,6
Ciepło na wentylację	882,3	245084	43,4
Razem	2033,95	564985	100
Razem	2100,37	583437	100

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

Szczegółowe zestawienie strat energii



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: 0,67-0,75
- współczynnik zacienienia budynku jw.: 0,95.

W obliczeniach wewnętrznych zysków ciepła przyjęto następujące założenia:

- średnie obciążenie cieplne zyskami wewnętrznymi od ludzi i urządzeń powierzchni w oparciu o funkcję użytkową budynku przyjęto jak dla budynku oświatowego -12 W/m².

Tabela 4.3. Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej w budynku

Opis	GJ/rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	602,45	167 346	34,5
Zyski wewnętrzne	1 142,86	317 462	65,5
Razem	1 745,31	484 809	100,0

4.2. Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u.

Obliczenia aktualnego zapotrzebowania budynku na moc i ciepło na przygotowanie c.w.u. przedstawiono w **tabeli 4.5**. 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:

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

Sprawność całkowitą systemu c.w.u. obliczono ze wzoru:

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

Sprawności systemu grzewczego przyjęto z Rozporządzenia MI dotyczącego sporządzania świadectw energetycznych dla budynków. Sprawności zestawiono w **tablicy 4.4**.

Tabela 4.4. Sprawności układu przygotowania c.w.u.

Rodzaje sprawności systemu c.w.u.		Przed modernizacją
średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła	$\eta_{cw,g}$	0,91
średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody	$\eta_{cw,d}$	0,70
średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody	$\eta_{cw,s}$	1,00
średnia sezonowa sprawność wykorzystania	$\eta_{cw,e}$	1,00
sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.	η_{cw}	0,64

Tabela 4.5. Obliczenie zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.

Obliczeniowa temperatura wody zimnej	°C	10
Temperatura ciepłej wody, t_c	°C	55
Zapotrzebowanie na ciepło		
Jednostkowe dobowe zużycie c.w.u.	dm ³ /(j.o.)dobra	0,80
Liczba jednostek odniesienia	m ²	3 020,0
wsp. korekcyjny	k_t	0,55
Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	m ³ /rok	440,9
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania c.w.u. Q_{ocwp}	GJ/rok	91,4
Średnia sprawność dystrybucji c.w.u., h_{cw}	-	0,64
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.: $Q_{ocw} = Q_{ocwp} / \text{sprawność}$	GJ/rok	143,6
Zapotrzebowanie na moc cieplną		
Ilość godzin pracy instalacji na dobę	h	8
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.:	dm ³ /h	302,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u.	kW	15,9
Współczynnik nierównomierności przepływu	-	2,2
Max godzinowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u.: $q_{ocw} = gh_{\max} \times 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C}) \times 0,28 \text{ Wh/kJ} \times 0,995 \text{ dm}^3/\text{kg} \times (t_c - t_z) \times 10^{-4}$	kW	34,4

5. Taryfa i opłaty za ciepło

Budynek posiada ogrzewanie centralne oraz c.w.u. zasilane z sieci ciepłowniczej dostarczane przez GPEC sp. z o.o. Moc zamówiona na potrzeby c.o. i c.w.u. wynosi 0,190 MW. Obecny koszt jednostkowy ogrzewania przedstawiono w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Ceny jednostkowe ciepła (brutto) z msc wg grupy taryfowej VIII-2

Cena ciepła	zł/GJ	38,76
Opłata za usługę przesyłową	zł/GJ	25,31
Opłata za moc zamówioną	zł/MW/m-c	6538,77
Opłata za usługę przesyłową	zł/MW/m-c	6799,22

Obecnie roczne koszty ogrzewania budynku oraz przygotowania c.w.u. dla roku standardowego przedstawiono w **tabeli 5.2.**

Tabela 5.2. Koszty ciepła

zł/rok	
c.o	c.w.u.
108 333	11 737

6. Ocena stanu technicznego

6.1. Ocena stanu technicznego budynku

Budynek jest w dobrym stanie technicznym. Od 1995 roku zaczęto wymieniać okna. Obecnie zostało ich kilka do wymiany. Dachówka na dachu została wymieniona, poddasze nieużytkowe ocieplone piaskiem z trocinami bez podłogi.

Przegrody zewnętrzne budynku nie spełniają 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 (ścian zewnętrznych i stropodachu). Proponuje się wymianę tylko okien uszkodzonych i starych.

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

Węzeł ciepłowniczy jest własnością firmy GPEC. Wymieniono kilkanaście grzejników przy okazji remontu pomieszczeń. Nowe grzejniki wyposażone są w zawory termostatyczne. Pozostałe mają zamontowane nastawy bez głowic. Instalacja c.o. była modernizowana wraz z podłączeniem do sieci ciepłowniczej. Ze względu na wiek instalacji (od początku istnienia szkoły) proponuje się wymianę poziomów, pionów i pozostałych odbiorników ciepła.

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

System w dostatecznym stanie technicznym. System dystrybucji c.w.u. charakteryzuje się umiarkowanymi stratami ciepła na przesyle typowymi dla rozwiązań zastosowanych w szkole ze względu na niewielką odległość punktów czerpalnych od źródła ciepła.

6.4. Ocena stanu technicznego systemu wentylacji naturalnej i mechanicznej

W budynku nie obserwuje się zawyżonej (ponadnormatywnej) infiltracji powietrza zewn. przez okna w budynku. Istniejące kanały wentylacyjne są drożne.

7. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 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 zaproponowano usprawnienia termomodernizacyjne mogące zmniejszyć lub wyeliminować poszczególne straty. Przeanalizowano elementy dotyczące struktury budowlanej, systemu grzewczego, wentylacyjnego i ciepłej wody użytkowej.

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwych do wykonania i racjonalnych dla tego budynku usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych, do optymalizacji zostały wybrane następujące działania:

A – ocieplenie ścian zewnętrznych metodą bezspoinową z użyciem płyt styropianowych;

B – ocieplenie stropodachu;

B1 – ocieplenie stropu poddasza;

C – wymiana okien zewnętrznych uszkodzonych;

D – modernizacja instalacji c.o.

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.

8. Optymalizacja usprawnień 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 wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- b) Zestawienia optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

Tabela 8.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przez ściany zewnętrzne

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przełody do obliczenia strat				A	=	1239,4 m ²
powierzchnia przełody do obliczenia kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	1300 m ²
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem płyt styropianowych o współczynniku przewodności $\lambda=0,040$ W/mK, przełożenie instalacji odgromowej, założenie nowych parapetów podokiennych oraz przesunięcie rur spustowych i przełożenie instalacji kablowych ze ścian. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,14	0,16	0,18
2	Wartość wsp. przenikania ciepła przełody budowlanej U_c	W/m ² *K	1,13	0,23	0,20	0,19
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	461,37	93,05	83,52	75,77
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,053	0,011	0,010	0,009
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		30 362	31 148	31 787
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		233,70	246,00	270,60
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		303 810	319 800	351 780
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,01	10,27	11,07
Podstawa przyjętych wartości N_U Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 303 810,0 zł		SPBT= 10,01 lat		

Tabela 8.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przez stropodach

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przełody do obliczenia strat				A	=	295,2 m ²
powierzchnia przełody do obliczenia kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	330 m ²
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu warstwą izolacji z płyt styropianowych laminowanych papą o współczynniku przewodności $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$ wraz z wykonaniem warstwy wierzchniej z papy termozgrzewalnej oraz wykonaniem niezbędnych obróbek blacharskich. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,15	0,18	0,20
2	Wartość wsp. przenikania ciepła przełody budowlanej U_c	W/m ² *K	295,15	0,18	0,16	0,15
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	64,51	18,65	16,33	15,08
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,007	0,0021	0,0019	0,0017
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO_n	zł/a		3 781	3 972	4 075
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		226,32	238,62	252,15
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		74 686	78 745	83 210
8	$SPBT = N_U / \Delta O_n$	lata		19,75	19,82	20,42
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu piwnicy.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 74 686 zł		SPBT= 19,75 lat		

Tabela 8.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przez strop poddasza

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A	=	660 m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	700 m ²
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza budynku poprzez położenie warstwy izolacji z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda=0,038$ W/mK. Przed ociepleniem należy usunąć istniejącą warstwę izolacyjną oraz wykonać podłogę. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,20	0,22	0,25
2	Wartość wsp. przenikania ciepła przegrody budowlanej U_c	W/m ² *K	2,37	0,18	0,16	0,14
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	520,59	38,64	35,36	31,38
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,060	0,004	0,004	0,004
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		39 729	39 998	40 327
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		246,00	252,15	258,30
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		172 200	176 505	180 810
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,33	4,41	4,48
Podstawa przyjętych wartości N_U Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu poddasza						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 172 200 zł		SPBT= 4,33 lat		

8.2. Ocena opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnych polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Ocenę opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych polegających na wymianie okien i drzwi zewnętrznych oraz na poprawie systemu wentylacji przedstawiono w tabelach 8.4.

Tabela 8.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przez przenikanie i wentylację przez okna

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
Dane: <div><div>powierzchnia okien $A_{ok} = 53 \text{ m}^2$</div><div>$V_{nom} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$C_w = 1$</div></div>						
Opis wariantów usprawnienia <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien w ramach drewnianych na okna nowe, dwuszybowe, zespolone w ramach PCV, szczelne; rozpatruje się trzy warianty okien:</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,60	0,7	0,9	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,2	1	1	1
		C_m	1,5	1	1	1
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło	GJ/a	100,90	43,68	47,00	50,33
4	Zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,009	0,005	0,005	0,006
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		4 247	3 973	3 698
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		48 478	44 566	40 655
7	$SPBT = N_{ok} / \Delta O_{ru}$	lata		10,85	10,61	10,34
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Koszt modernizacji:						
<div><div><div>wariant 1: wymiana</div><div>53</div><div>m² okien *</div><div>824,10</div><div>=</div><div>48 478 zł</div></div><div><div>wariant 2: wymiana</div><div>53</div><div>m² okien *</div><div>750,30</div><div>=</div><div>44 566 zł</div></div><div><div>wariant 3: wymiana</div><div>53</div><div>m² okien *</div><div>676,50</div><div>=</div><div>40 655 zł</div></div><div><div>koszt nawiewników</div><div>2400 zł</div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div>						
Wybrany wariant: 3		Koszt: 40 655 zł		SPBT= 10,34 lat		

8.3. Zestawienie wybranych usprawnień termomodernizacyjnych wg rosnącej wartości SPBT.

Wskazane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat ciepła przez przegrody zewnętrzne oraz modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej uszeregowane według rosnącej wartości SPBT przedstawiono w **tabeli 8.4.**

Tabela 8.4. Usprawnienia modernizacyjne uszeregowane według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Wariant	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4	5
1.	Ocieplenie stropu poddasza	20 cm	172 200,0	4,3
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	14 cm	303 810,0	10,0
3.	Wymiana okien zewnętrznych	1,1 W/m ² K	40 655,0	10,3
4.	Ocieplenie stropodachu	15 cm	74 685,6	19,8

9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność 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 po pełnej termomodernizacji budynku.

Rozpatrywano jeden **Wariant D** przedsięwzięcia polegający na:

- wykonanie układu zmieszania pompowego wraz z automatyką regulacyjną na dwa obiegi grzewcze (dla budynku szkoły oraz dla sali gimnastycznej);
- wymianie poziomów c.o. w piwnicy i kanałach;
- wymiana pionów i gałęzek przygrzejnikowych;
- wymiana starych grzejników wraz z zaworami termostatycznymi;

Sprawności składowe i sprawność całkowitą systemu grzewczego oraz współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby i tygodnia przed i po modernizacji przedstawiono w **tabeli 9.1**.

Tabela 9.1. Współczynniki sprawności

Rodzaje sprawności i współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu		Przed modernizacją	Po modernizacji	Po modernizacji pompa ciepła
Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła (brak elementów akumulacyjnych)	η_s	1,00	1,00	1,00
Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła	η_g	0,93	0,93	3,50
Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_e	0,82	0,89	0,89
Średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepła	η_d	0,90	0,90	0,90
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85	0,85	0,85
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95	0,95	0,88
Sprawność całkowita systemu grzewczego:	η	0,686	0,745	2,804

Nakłady na modernizację systemu grzewczego obejmują roboty montażowe, dostawy urządzeń i materiałów oraz nadzór inwestycyjny i prace rozruchowe. Podstawą ustalenia wartości robót były oferty wykonawców.

Nakłady na modernizację instalacji c.o. budynku przedstawiono w **tabeli 9.2**.

Tabela 9.2. Koszty modernizacji

Rodzaj modernizacji	Jednostka	Liczba jednostek	Koszt jednostkowy netto	Nakłady z VAT
			zł	zł
Montaż układu zmieszania pompowego wraz z regulatorem na 2 obiegach grzewczych	szt.	2	3000,0	7 380
Montaż grzejników stalowych konwektorowych wyposażonych w zawory termostatyczne wraz z pionami i gałkami doprowadzającymi	szt.	90	1000,0	110 700
Wymiana rur poziomych w piwnicach i kanałach	mb	182	200,0	44 772
Niezbędne prace budowlane	kpl.	1	5000,0	6 150
SUMA				169 002

Opłacalność przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego przedstawiono w **tabeli 9.3**.

Tabela 9.3. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	Jednostka	Stan odniesienia	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,686	0,745
2	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia wt	-	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby wd	-	0,95	0,95
4	Oszczędność kosztów ΔO_{rc0}	zł/a		6 135
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		169 002
6	SPBT	lata		27,5

10. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizację systemu wentylacji, instalacji ciepłej wody użytkowej 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:

$$\Delta O_r = (w_{to} * w_{do} * Q_{0co}/\eta_0 + Q_{0cw}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d2} * Q_{1co}/\eta_1 + Q_{1cw}) * O_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{1cw}) * O_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

Q_{0co}, Q_{1co} – całkowite zapotrzebowanie budynku na ciepło na ogrzewanie przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

Q_{0cw}, Q_{1cw} – całkowite zapotrzebowanie budynku na ciepło na przygotowanie c.w.u. przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

q_{0m}, q_{1m} – całkowite zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na c.o. przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW,

q_{0cw}, q_{1cw} – całkowite zapotrzebowanie budynku na moc na przygotowanie c.w.u. przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW,

O_{0m}, O_{1m} – stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii przed i po wykonaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego; [zł/MW/m-c],

O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii przed i po wykonaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego; [zł/GJ].

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

10.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rozpatruje się następujące warianty:

Tabela 10.1.

l.p.	Przedsięwzięcie	Jednostka	Nr wariantu				
			1	2	3	4	5
1.	Ocieplenie stropu poddasza	zł	172 200	172 200	172 200	172 200	
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	zł	303 810	303 810	303 810		
3.	Wymiana okien zewnętrznych	zł	40 655	40 655			
4.	Ocieplenie stropodachu	zł	74 686				
5.	Modernizacja instalacji c.o.	zł	169 002	169 002	169 002	169 002	169 002
6.	Razem	zł	760 353	685 667	645 012	341 202	169 002

Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych oraz wybór przedsięwzięcia optymalnego przedstawiono w **tabeli 10.2 i 10.3**.

Tabela 10.2 Charakterystyka wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego											
$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW}$ $q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$ $O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$ $O_r = O_{r1} - O_{r0}$						$Q_{11} = w_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$ $q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$ $Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$					
Wariant	Q_{0CO} Q_{1CO} GJ	q_{0CO} q_{1CO} kW	η_0 η_1 -	W_d W_t	Q_{0CW} Q_{1CW} GJ	q_{0CW} q_{1CW} kW	Q_0 Q_1 GJ	q_0 q_1 kW	O_{or} O_{1r} zł/rok	ΔO_r zł	N zł
stan istn.	1034,8	189,5	0,686	0,95 0,85	143,6	15,9	1361,1	205,3	120 071		
1.	542,9	126,7	0,745	0,95 0,85	143,6	15,9	732,1	142,6	69 727	50 343	760 353
2.	574,7	131,3	0,745		143,6	15,9	766,5	147,2	72 665	47 405	685 667
3.	596,4	134,1	0,745		143,6	15,9	790,0	149,9	74 615	45 455	645 012
4.	924,2	175,5	0,745		143,6	15,9	1145,4	191,4	104 013	16 057	341 202
5.	1034,8	189,5	0,745		143,6	15,9	1265,3	205,3	113 935	6 135	169 002

Tabela 10.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) $[(Q_0 - Q_1) / Q_0] * 100\%$	Optymalna kwota kredytu / środki własne		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		zł	zł	%	zł,%		zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Ocieplenie stropu poddasza	760 353	50 343,07	46,2%	0,00	0%	0,00	121 656,42	100 686,14
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				760 352,60	100%			
	Wymiana okien zewnętrznych								
	Ocieplenie stropodachu								
	Modernizacja instalacji c.o.								
2	Ocieplenie stropu poddasza	685 667	47 405,33	43,7%	0,00	0%	0,00	109 706,72	94 810,66
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				685 667,00	100%			
	Wymiana okien zewnętrznych								
	Modernizacja instalacji c.o.								
3	Ocieplenie stropu poddasza	645 012	45 455	42,0%	0	0%	0	103 202	90 911
	Ocieplenie ścian zewnętrznych				645 012	100%			
	Modernizacja instalacji c.o.								
4	Ocieplenie stropu poddasza	341 202	16 057	15,8%	0	0%	0	54 592	32 115
	Modernizacja instalacji c.o.				341 202	100%			
5	Modernizacja instalacji c.o.	169 002	6 135	7,0%	0	0%	0	27 040	12 271
					169 002	100%			

Wariantem optymalnym spełniającym wymagania Ustawy oraz Inwestora jest wariant 1

10.2. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku jest **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Wariant
1.	Ocieplenie stropu poddasza	20 cm
2.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	14 cm
3.	Wymiana okien zewnętrznych	1,1 W/m ² K
4.	Ocieplenie stropodachu	15 cm
5.	Modernizacja instalacji c.o.	-

W tabeli poniżej pokazano dane energetyczne i koszty ogrzewania dla stanu obecnego oraz dla wybranego wariantu

	Stan przed termomod.	Stan po termomod.
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	189,5	126,7
Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie c.w.u. [kW]	15,9	15,9
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1034,8	542,9
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzania budynku - z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1217,5	588,5
Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	143,6	143,6
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	81,7	42,9
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	96,1	46,5
Koszty ogrzewania na potrzeby c.o.	108333,3	57990,2
Koszty przygotowania c.w.u.	11737,3	11737,3

11. Wnioski

1. W wyniku obliczeń za najbardziej uzasadnione rozwiązanie pod względem energetycznym i ekonomicznym uznano **wariant 1** obejmujący:

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Wariant	Planowane koszty robót, zł
Przewiduje się ocieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem płyt styropianowych o współczynniku przewodności $\lambda=0,040$ W/mK, przełożenie instalacji odgromowej, założenie nowych parapetów podokiennych oraz przesunięcie rur spustowych i przełożenie instalacji kablowych ze ścian	14 cm	303 810
Przewiduje się ocieplenie stropodachu warstwą izolacji z płyt styropianowych laminowanych papą o współczynniku przewodności $\lambda=0,038$ W/mK wraz z wykonaniem warstwy wierzchniej z papy termozgrzewalnej oraz wykonaniem niezbędnych obróbek blacharskich	15 cm	74 686
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza budynku poprzez położenie warstwy izolacji z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda=0,038$ W/mK. Przed ociepleniem należy usunąć istniejącą warstwę izolacyjną oraz po ociepleniu wykonać podłogę.	20 cm	172 200
Przewiduje się wymianę okien starych oraz uszkodzonych; w pomieszczeniach ogrzewanych uwzględniono montaż nawiewników wraz z wymienianymi oknami	1,1 W/m ² K	40 655
Modernizacja instalacji c.o. obejmująca: <ul style="list-style-type: none"> - montaż układu mieszania pompowego wraz z regulatorem na 2 obiegach grzewczych; dla sali gimnastycznej i szkoły, rozwiązanie takie poprawi możliwości regulacji ogrzewania w zależności od czasu eksploatacji; - montaż grzejników stalowych konwektorowych wyposażonych w zawory termostaticzne wraz z wymianą pionów i gałęzek doprowadzających; należy uwzględnić montaż blokady zaworów termostaticznych; - Wymiana rur poziomych rozprowadzenia c.o. w piwnicach i kanałach wraz z zaworami regulacyjnymi i odcinającymi; 	-	169 002

2. Koszt proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi **760 353 zł**. Cena zawiera podatek VAT w wysokości 23% .

3. W przypadku zastosowania w pomieszczeniach okien o dużej szczelności, uniemożliwiającej infiltrację powietrza zewnętrznego w niezbędnej ilości, należy przewidzieć odpowiednie urządzenia nawiewne.

4. W pomieszczeniach o temperaturze obliczeniowej +20°C w przypadku stosowania obniżen temperatury nie powinna być niższa niż 16°C. Ograniczenie to ma na celu przeciwdziałanie zawilgoceniu i zagrzybieniu, które może występować przy nadmiernym obniżeniu temperatury w pomieszczeniach. W eksploatacji ocieplonego budynku należy zwrócić uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji, aby nie dopuścić do powstania pleśni i zawilgoceń.

5. Stosowane w termomodernizacji technologie oraz materiały muszą być dopuszczone do stosowania w Polsce przez uprawnione do tego instytucje (Instytut Techniki Budowlanej i inne). Dostawca lub wykonawca obowiązany jest przedstawić odpowiednie dokumenty stanowiące podstawę do stosowania w budownictwie (certyfikat oraz aprobatę techniczną lub deklarację zgodności).

6. Roboty termomodernizacyjne powinny być wykonane w krótkim okresie, najlepiej bezpośrednio przed rozpoczęciem sezonu grzewczego, aby były ekonomicznie najbardziej opłacalne.
7. Termomodernizację najlepiej jest wykonywać jednocześnie z remontem elewacji np. w ramach remontu kapitalnego. W trakcie wykonywania prac termomodernizacyjnych należy zwrócić uwagę na elementy konstrukcji budynku, aby wykonać wszystkie niezbędne prace remontowe.
8. Na proponowane w Audycie rozwiązania budowlane konieczne jest sporządzenie dokumentacji projektowej wg zasad określonych przepisami Prawa Budowlanego i rozporządzeń wykonawczych.

Załącznik 1. Dokumentacja fotograficzna

Elewacja południowa i zachodnia



Elewacja północna



Załącznik 2, Parametry obliczeniowe Audytu energetycznego

Obliczenia liczby stopniodni- dla obliczeniowej temperatury powietrza wewnętrznego 20°C dla stacji meteorologicznej w Szczecinku.

Miesiąc	Średnia wieloletnia temp. miesiąca*	Liczba dni ogrzewania w danym miesiącu	Liczba stopniodni $t_{wew}-20^{\circ}C$
I	2	31	558
II	1,2	28	526,4
III	3,5	31	511,5
IV	7,7	30	369
V	9,22	20	215,6
VI	0	0	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0
IX	14	10	60
X	8,7	31	350,3
XI	4	30	480
XII	1,9	31	561,1
SUMA			3631,9

*dane z bazy danych Ministerstwa Infrastruktury

Załącznik 3, Zestawienie obowiązujących maksymalnych wsp. U dla budynków**Budynek użyteczności publicznej**

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 $t_i \geq 16\text{ °C}$ b) przy $8\text{ °C} \leq t_i < 16\text{ °C}$ c) przy $t_i < 8\text{ °C}$	0,25 0,45 0,90	0,23 0,45 0,90
2	Ściany wewnętrzne: a) przy $\Delta t_i \geq 8\text{ °C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy b) przy $\Delta t_i < 8\text{ °C}$ 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 $t_i \geq 16\text{ °C}$ b) przy $8\text{ °C} \leq t_i < 16\text{ °C}$ c) przy $t_i < 8\text{ °C}$	0,20 0,30 0,70	0,18 0,30 0,70
6	Podłogi na gruncie: a) przy $t_i \geq 16\text{ °C}$ b) przy $8\text{ °C} \leq t_i < 16\text{ °C}$ c) przy $t_i < 8\text{ °C}$	0,30 1,20 1,50	0,30 1,20 1,50
7	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi: a) przy $t_i \geq 16\text{ °C}$ b) przy $8\text{ °C} \leq t_i < 16\text{ °C}$ c) przy $t_i < 8\text{ °C}$	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 $\Delta t_i \geq 8\text{ °C}$ b) przy $\Delta t_i < 8\text{ °C}$ 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.



















Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	sp_24	
Miejscowość:	Gdańsk	
Adres:	ul. Lilli Wenedy 19	
Projektant:	lr	
Data obliczeń:	Poniedziałek 30 Listopada 2015 13:47	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 30 Listopada 2015 13:47	
Plik danych:	C:\Users\rr\Documents\Luiza\DRMG\sp_24.ozd	
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 :	3020,0	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9263,0	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	122647	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	66837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	189484	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	189484	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	62,7	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	20,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	741,0	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h

Wyniki - Ogólne

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:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	5525,6	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 $V_{v,H}$:	7378,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1034,82	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	287451	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3020	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9263,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	342,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	95,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	111,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	31,0	kWh/(m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo 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:	Dobre osłonięcie	

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	U	U _{max}	WT	A
	W/m ² · K	W/m ² · K	OK	m ²
 DACH	6,083		✓ Tak	533,00
 DZ_AL	2,500	1,700	✗ Nie	16,35
 LUX	2,560	1,300	✗ Nie	46,44
 OK_N	1,500	1,300	✗ Nie	411,05
 OK_ST	2,600	1,300	✗ Nie	6,14
 OK_ZEW	2,564			
 POD_GR	0,282	0,300	✓ Tak	427,17
 POD_PIW	0,282	0,300	✓ Tak	423,43
 POD_SALI	0,220			
 STR_PODD	0,852	0,200	✗ Nie	660,00
 STROP	0,778		✓ Tak	438,00
 STROP_ZEW	0,865			
 STROPODACH	0,623	0,200	✗ Nie	295,15
 SW	1,610		✓ Tak	32,30
 SZ	1,131	0,250	✗ Nie	1239,37
 SZ_GR	0,700		✓ Tak	224,92
 SZ_OC	0,270	0,250	✗ Nie	79,19
 SZ_PIW	1,205	0,250	✗ Nie	57,49



















Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	sp_24	
Miejscowość:	Gdańsk	
Adres:	ul. Lilli Wenedy 19	
Projektant:	lr	
Data obliczeń:	Niedziela 29 Listopada 2015 16:21	
Data utworzenia projektu:	Niedziela 29 Listopada 2015 16:21	
Plik danych:	C:\Users\rr\Documents\Luiza\DRMG\sp_24-1.ozd	
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 :	3020,0	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9263,0	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	59892	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	66837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	126729	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	126729	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	42,0	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,7	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	741,0	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

Wyniki - Ogólne

Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	5525,6	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 $V_{v,H}$:	7378,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	542,91	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	150810	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3020	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	9263,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	179,8	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	49,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	58,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	16,3	kWh/(m ³ ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Bardzo ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Osłabienie 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:	Dobre osłonięcie	

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	U	U _{max}	WT	A
	W/m ² · K	W/m ² · K	OK	m ²
 DACH	6,083		✓ Tak	533,00
 DZ_AL	2,500	1,700	✗ Nie	16,35
 LUX	1,100	1,300	✓ Tak	46,44
 OK_N	1,500	1,300	✗ Nie	411,05
 OK_ST	1,100	1,300	✓ Tak	6,14
 OK_ZEW	2,564			
 POD_GR	0,282	0,300	✓ Tak	416,60
 POD_PIW	0,282	0,300	✓ Tak	418,29
 POD_SALI	0,220			
 STR_PODD	0,176	0,200	✓ Tak	660,00
 STROP	0,778		✓ Tak	438,00
 STROP_ZEW	0,865			
 STROPODACH	0,180	0,200	✓ Tak	307,76
 SW	1,610		✓ Tak	32,30
 SZ	0,228	0,250	✓ Tak	1251,05
 SZ_GR	0,700		✓ Tak	224,92
 SZ_OC	0,270	0,250	✗ Nie	79,19
 SZ_PIW	0,231	0,250	✓ Tak	57,91