

**AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU
PRZEDSZKOŁA NR 33
UL. KLONOWICZA 1A
W GDAŃSKU**



BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII Sp. z o.o.

80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31

tel./faks: (58) 347-55-35

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

| | | | |
|---|--|---|---|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku: | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | budynek przedszkola | | 1.2 Rok budowy |
| | | | poł. XX w. rozbudowa pocz. lat osiemdziesiątych |
| 1.3 Inwestor / zarządca | GMINA MIASTA GDAŃSK UL. NOWE OGRODY 8/12 80-803 GDAŃSK / DYREKCJA ROZBUDOWY MIASTA GDAŃSKA UL. ŻAGŁOWA 11 80-560 GDAŃSK | 1.4 Adres budynku | PRZEDSZKOLE NR 33 W GDAŃSKU UL. KLONOWICZA 1a GDAŃSK GMINA GDAŃSK WOJ. POMORSKIE |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: | | | |
| BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII SP. Z O.O. UL. BUDOWLANYCH 31 80-298 GDAŃSK REGON: 190967387 | | | |
| 3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| MGR INŻ. ANNA PAWLAK ul. Budowlanych 31 80-298 GDAŃSK | | | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac: | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego | |
| 1. | - | - | |
| 2. | - | - | |
| 3. | - | - | |
| 5. Miejscowość: | | GDAŃSK | data wykonania opracowania: 30.11.2015 r. |
| 6. Spis treści: | | | |
| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | | | 1 |
| 2. Karta audytu energetycznego budynku | | | 2 |
| 3. Przedmiot i zakres opracowania | | | 5 |
| 4. Dokumenty i dane źródłowe oraz wytyczne i uwagi inwestora | | | 5 |
| 5. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku | | | 5 |
| 6. Ocena stanu technicznego | | | 14 |
| 7. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru | | | 15 |
| 8. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | 15 |
| 9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji | | | 22 |
| 10. Wnioski | | | 23 |
| Załącznik 1 – Plan sytuacyjny | | | |
| Załącznik 2 – Uproszczona dokumentacja techniczna budynku | | | |
| Załącznik 3 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego | | | |
| Załącznik 4 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu termomodernizacji | | | |

2. Karta audytu energetycznego budynku

| 1. Dane ogólne | | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|--|--|-------------------------|---|---|
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | - | Ścianowa/tradycyjna | |
| 2. | Liczba kondygnacji | - | 2 + poddasze użytkowe | |
| 3. | Kubatura | m ³ | 3 960 | |
| 4. | Powierzchnia netto budynku | m ² | 859,5 | |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej | m ² | 55,3 | |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | m ² | 804,2 | |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | - | 1 | |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | - | 100 (dzieci przedszkolne), 24 (pracownicy), 4 (mieszkańcy) | |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | - | Centralny przepływowy w indywidualnym dwufunkcyjnym węźle ciepłowniczym | Centralny przepływowy w indywidualnym dwufunkcyjnym węźle ciepłowniczym |
| 10. | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | - | Centralny zasilany z indywidualnego dwufunkcyjnego węzła ciepłowniczego | Centralny zasilany z indywidualnego dwufunkcyjnego węzła ciepłowniczego |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane | | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | 0,22 | 0,22 |
| 2. | Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | 1,76; 0,93; 0,70 | 0,18 |
| 3. | Strop nad piwnicą | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | 1,17; 0,88 | 1,17; 0,88 |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | | |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | 1,4; 1,6 | 1,4; 1,6 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | 2,0; 2,5 | 2,0; 2,5 |
| 7. | Inne | $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ | - | - |
| 3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | - | 0,91 | 0,91 |
| 2. | Sprawność przesyłu | - | 0,96 | 0,96 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | - | 0,89 | 0,89 |
| 4. | Sprawność akumulacji | - | 1,00 | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia | - | 0,85 | 0,85 |
| 6. | Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby | - | 0,90 | 0,90 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | - | 0,90 | 0,90 |
| 2. | Sprawność przesyłu | - | 0,60 | 0,60 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | - | 1,0 | 1,0 |
| 4. | Sprawność akumulacji | - | 1,00 | 1,00 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | - | Naturalna | Naturalna |

| | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--|--|-------------|
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | - | Nawiew: infiltracja, wietrzenie przez okna i drzwi; wywiew: wentylacja grawitacyjna przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach | Nawiew: infiltracja, wietrzenie przez okna i drzwi; wywiew: wentylacja grawitacyjna przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach | |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego | m ³ /h | 2 934 | 2 934 | |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania | kW | 59,0 | 45,3 | |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej | kW | 13,0 | 13,0 | |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | GJ/rok | 261,1 | 187,3 | |
| 4. | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | GJ/rok | 256 | 184 | |
| 5. | Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. | GJ/rok | 178 | 178 | |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | GJ/rok | - | - | |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) | GJ/rok | - | - | |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | $\frac{kWh}{m^2 \cdot rok}$ | 84,38 | 60,53 | |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | $\frac{kWh}{m^2 \cdot rok}$ | 82,74 | 59,47 | |
| 10. | Udział odnawialnych źródeł energii | % | 0 | 0 | |
| 7. Opłaty jednostkowe brutto (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | | | | |
| 1. | Koszt 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ | zł/GJ | 64,07 | 64,07 | |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ | $\frac{zł}{MW \cdot m-c}$ | 13 337,99 | 13 337,99 | |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ | zł/m ³ | | | |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ | $\frac{zł}{MW \cdot m-c}$ | 13 337,99 | 13 337,99 | |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej | $\frac{zł}{m^2 \cdot m-c}$ | | | |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa | zł/m-c | - | - | |
| 7. | Inne | zł | - | - | |
| 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | | | |
| Planowana kwota kredytu | zł | | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię | % | 16,5 |
| Planowane nakłady całkowite | zł | 90 692 | Premia termomodernizacyjna | zł | nie dotyczy |
| Roczna oszczędność kosztów energii | zł/rok | 6 805 | | | |

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

²⁾ U_{OZE} obliczany zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2015 r. poz. 376), jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania 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

3. Przedmiot i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy audytu energetycznego budynku przedszkola nr 33 w Gdańsku.

Przez **audyt energetyczny** należy rozumieć opracowanie określające zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ze wskazaniem rozwiązania optymalnego, w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii (przy aktualnym poziomie cen energii i kosztów realizacji inwestycji). Audyt stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego.

Niniejszy audyt jest aktualizacją audytu energetycznego opracowanego przez Bałtycką Agencję Poszanowania Energii we wrześniu 2004 r.

Audyt wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 17.03.2009 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 z późn. zmianami) stanowiącego akt wykonawczy do Ustawy z dn. 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223 poz. 1459 z późn. zmianami).

4. Dokumenty i dane źródłowe oraz wytyczne i uwagi inwestora

4.1. Dokumenty i dane źródłowe

- dane przekazane przez inwestora i zarządcę, w tym faktury za zakup gazu ziemnego;
- „Audyt energetyczny budynku przedszkola nr 33, ul. Klonowicza 1a, Gdańsk”, Bałtycka Agencja Poszanowania Energii SA, Gdańsk wrzesień 2004 r.

4.2. Osoby udzielające informacji

- Przedszkole nr 33 – p. Halina Zatorska - dyrektor.

4.3. Data wizji lokalnej

Wizja lokalna odbyła się 26 listopada 2015 r.

4.4. Wytyczne i uwagi inwestora

-

5. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

5.1. Dane ogólne

Przedszkole nr 33 przy ul. Klonowicza 1a w Gdańsku mieści się w wolnostojącym budynku znajdującym się na wydzielonej działce położonej pomiędzy ul. Klonowicza i Kochanowskiego. Budynek usytuowany jest po północnej stronie działki (w równej odległości od ul. Klonowicza i Kochanowskiego) przy przelotowej drodze będącej podjazdem pod budynek. Plan sytuacyjny przedszkola znajduje się w **Załączniku 1**.

Rok budowy budynku nie jest znany, jednakże charakter architektury i typ zastosowanej technologii wskazuje, że okres powstania obiektu mieści się w przedziale: koniec lat czterdziestych ÷ początek lat sześćdziesiątych XX w. Na początku lat osiemdziesiątych budynek został kompleksowo wyremontowany i zmodernizowany. Modernizacja dotyczyła przede wszystkim zmian w układzie funkcjonalno-użytkowo-technologicznym kuchni oraz węzłów zaopatrzeniowego i żywieniowego a także modernizacji kotłowni (m.in. powiększenie powierzchni składu opału oraz wygospodarowanie zaplecza socjalnego dla palacza). W ramach modernizacji wygospodarowano również magazyn na leżaki i powiększono jedną z sal dla dzieci (zrealizowano wersję 2 studium

programowego modernizacji obejmującą wykonanie parterowej podpiwniczonej przybudówki od strony północnej oraz rozbudowę budynku w kierunku wschodnim).

Jest to przedszkole czterooddziałowe dla 100 dzieci, zatrudniające aktualnie 24 osoby personelu, czynne w okresie 1.IX – 30.VI w dni robocze w godzinach 6⁰⁰ – 16³⁰. Przedszkole pełni też dyżury w okresie wakacji (30.VI ÷ 1.IX). Dyżury są dwutygodniowe, w czasie dyżurów z usług przedszkola korzysta ok. 30 dzieci.

W budynku jest mieszkanie służbowe (w suterenie). W mieszkaniu mieszkają 4 osoby.

Podstawowe parametry budynku przedstawiono w **Tabeli 5.1**.

Tab. 5.1. Podstawowe parametry budynku

| | | |
|---|----------------|-------|
| Kubatura | | 3 960 |
| Powierzchnia użytkowa budynku | m ² | 859,5 |
| Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych | m ² | 55,3 |
| Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | m ² | 804,2 |

W budynku wykonano do tej pory następujące prace termomodernizacje dotyczące struktury budowlanej:

- wymiana dużej części okien (do 2004 r.);
- ocieplenie ścian zewnętrznych, w tym ścian przy gruncie oraz wymiana pozostałych okien w 2006 r.;
- wymiana drzwi zewn. głównych,
- ocieplenie części stropu nad poddaszem użytkowym.

Ponadto zostało wymienione pokrycie dachowe (przed 2004 r.) z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej z folii.

5.2. Dokumentacja techniczna

Fotografie elewacji budynku przedstawiono w **Załączniku 2**.

5.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek jest w całości podpiwniczony, dwukondygnacyjny z częściowo użytkowym poddaszem, jednoklatkowy, w głównej części zbudowany na planie prostokąta, do której w latach osiemdziesiątych zostały dobudowane dwie podpiwniczone części: północna parterowa z płaskim dachem niezależna od istniejącego budynku (oddzielona dylatacją) i wschodnia dwukondygnacyjna z nieużytkowym poddaszem.

W piwnicy budynku mieści się kotłownia z zapleczem, kuchnia z magazynami i pomieszczeniami socjalnymi dla personelu a także mieszkanie służbowe z osobnym wejściem z zewn., na parterze są dwie sale dla dzieci, szatnia, umywalnia, wc, zmywalnia naczyń i kredens oraz magazyn leżaków; na I piętrze znajdują się dwie sale dla dzieci, salka gimnastyczna, pokój dyrektora i pokój intendentki, umywalnia, wc, zmywalnia naczyń i kredens oraz magazyn leżaków, na poddaszu gab. logopedy (użytkowany okresowo jako magazyn), pokój księgowej, pokój nauczycielski, pralnia i magazynki.

Budynek ma konstrukcję ścianową i został wybudowany w technologii tradycyjnej. Ściany budynku są murowane z cegły ceramicznej, stropy ceramiczne, dach (z wyjątkiem północnej dobudówki) czterospadowy o konstrukcji drewnianej pokryty dachówką ceramiczną.

Opis przegród w budynku przedstawiono w **Tabeli 5.2**.

Tab. 5.2. Opis przegród w budynku

| Rodzaj przegrody | Opis przegrody | Współczynnik przenikania ciepła przegrody |
|--|--|---|
| | | U |
| - | - | W/(m ² ·K) |
| Ściany zewnętrzne części starszej i piwnic dobudówek | murowane z cegły ceramicznej pełnej, obustronnie otynkowane, o łącznej grubości 42 cm, ocieplone od zewnątrz w systemie ETICS przy użyciu styropianu o grubości ok. 15 cm i wykończone tynkiem cienkowarstwowym | 0,22 |
| Ściany zewnętrzne kondygnacji naziemnych dobudówek | murowane z cegły ceramicznej kratówki o grubości 38 cm, obustronnie otynkowane, ocieplone od zewnątrz w systemie ETICS przy użyciu styropianu o grubości ok. 15 cm i wykończone tynkiem cienkowarstwowym | 0,22 |
| Ściany zewnętrzne przy gruncie | murowane z cegły ceramicznej pełnej (1,5 cegły), od wewnątrz otynkowane, ocieplone od zewnątrz przy użyciu styropianu o grubości ok. 15 cm, wielkość U w zależności od zagłębienia podłogi piwnicy | |
| Strop poddasza nieogrzewanego części starszej | ceramiczny typu Kleina z belkami I 200 z wypełnieniem z gliny z trocinami o grub. 9 cm, podłoga z desek na legarach, od strony sufitu strop jest otynkowany | 1,76 |
| Strop poddasza dobudówki wsch. | belkowy z belkami stalowymi i płytą żelbetową z prefabrykowanych płytek typu WPS (o grub. 8,5 cm), od strony sufitu strop jest otynkowany, ze względu na brak danych dotyczących izolacji cieplnej przyjęto U stropodachu wg normy obowiązującej w okresie budowania obiektu | 0,93 |
| Stropodach dobudówki pn. | pełny, strop belkowy z belkami stalowymi i płytą żelbetową z prefabrykowanych płytek typu WPS (o grub. 8,5 cm), od strony sufitu strop jest otynkowany, pokrycie wykonane jest z papy, ze względu na brak danych dotyczących izolacji cieplnej przyjęto U stropodachu wg normy obowiązującej w okresie budowania obiektu | 0,70 |
| Stropy międzykondygnacyjne części starszej | ceramiczne typu Kleina z belkami I 200 odmiany półciężkiej z wypełnieniem z polepy z tucznia ceglanego z wapnem o grub. 8 -14 cm, posadzki wykonane z różnych materiałów, od strony sufitów stropy są otynkowane, o całkowitej grubości 29 cm przepływ ciepła w dół przepływ ciepła do góry | 1,17 1,40 |
| Stropy międzykondygnacyjne dobudówek | belkowy z belkami stalowymi i płytą żelbetową z prefabrykowanych płytek typu WPS (o grub. 8,5 cm), posadzki wykonane z różnych materiałów, od strony sufitów stropy są otynkowane przepływ ciepła w dół przepływ ciepła do góry | 0,88 1,00 |
| Ściany wewnętrzne pomiędzy poddaszem nieogrzewanym a poddaszem użytkowym | murowane z cegły ceramicznej, obustronnie otynkowane, o całkowitej grubości 20 cm | 1,90 |
| Okna nowe wymienione przed 2004 r. | jednoramowe, drewniane, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi o współczynniku przenikania ciepła 1,6 W/(m ² K), ze względu na brak szczegółowych danych dotyczących właściwości termicznych całych okien przyjęto U | 2,0 |
| Okna nowe wymienione w 2006 r. | jednoramowe, drewniane, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi, ze względu na brak szczegółowych danych dotyczących właściwości termicznych całych okien przyjęto U (jak dla okien z szybami o współczynniku przenikania ciepła U = 1,1 W/(m ² K)). | 1,4 |

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| Drzwi wejściowe główne | metalowe, pełne, z naświetlem, brak szczegółowych danych dotyczących właściwości termicznych, przyjęto U dla drzwi ocieplonych | 2,0 |
| Drzwi wejściowe do mieszkania | drewniane, pełne | 2,5 |

5.4. Charakterystyka systemu ogrzewania

Charakterystykę systemu ogrzewania przedstawiono w **Tabeli 5.3.**

Tab. 5.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

| | |
|---|--|
| Sposób ogrzewania pomieszczeń | Ogrzewanie centralne wodne |
| Charakterystyka źródła ciepła | Indywidualny dwufunkcyjny (c.o.+c.w.u.) pośredni wymiennikowy (wymienniki płytowe) węzeł ciepłowniczy zlokalizowany w piwnicy |
| Rodzaj instalacji c.o. | Niskotemperaturowa, pompowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym, systemu zamkniętego |
| Wiek systemu | Instalacja c.o. - 9 lat, źródło ciepła - 9 dni |
| Rodzaj elementów grzejnych | Grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi |
| Sposób prowadzenia przewodów | Poziome przewody prowadzone w piwnicy, piony prowadzone po ścianach |
| Opis materiału przewodów i izolacji termicznej przewodów | Rury stalowe |
| Sposób odpowietrzenia | Miejskowy automatyczny |
| Charakterystyka regulacji systemu | Centralna automatyczna regulacja pogodowa w źródle ciepła, miejscowa regulacja automatyczna za pomocą grzejnikowych zaworów termostatycznych firmy Danfoss |
| Sposób pomiaru zużytego ciepła | Pomiar całkowitego zużycia ciepła (łącznie na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.) w węźle ciepłowniczym raz w miesiącu |
| <p>Sprawności składowe systemu ogrzewania:</p> <p>sprawność wytwarzania ciepła η_{g0} (przyjęta z Tabeli 2. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> <p>sprawność przesyłu ciepła η_{d0} (przyjęta)</p> <p>sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_{e0} (przyjęta z Tabeli 3. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> <p>sprawność akumulacji ciepła η_{s0} (przyjęta z Tabeli 8. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> | <p>0,91</p> <p>0,96</p> <p>0,89</p> <p>1,00</p> |

| | |
|--|---|
| Sprawność całkowita systemu ogrzewania: $\eta_0 = \eta_{g0} \cdot \eta_{d0} \cdot \eta_{e0} \cdot \eta_{s0}$ | 0,78 |
| Liczba dni ogrzewania w tygodniu / godzin na dobę | przedszkole: 5/10; mieszkanie służbowe: 7/24 |
| Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia w_t | 0,85 |
| Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby w_d | 0,90 |
| Opis modernizacji przeprowadzonych po 1984 | Wymiana instalacji c.o. i wymiana kotłowni koksowej na kotłownię gazową połączone z modernizacją całego systemu w 2006 r., wymiana kotłowni gazowej na węzeł ciepłowniczy 21.11.2015 r. |

5.5. Charakterystyka systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystykę systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) przedstawiono w **Tabeli 5.4.**

Tab. 5.4. Charakterystyka systemu przygotowania c.w.u.

| | |
|--|---|
| Sposób przygotowania c.w.u. | Centralne przepływowe w źródle ciepła |
| Charakterystyka źródła ciepła | Indywidualny dwufunkcyjny (c.o.+c.w.u.) pośredni wymiennikowy (wymienniki płytowe) węzeł ciepłowniczy zlokalizowany w piwnicy |
| Rodzaj instalacji c.w.u. | Z rozdziałem dolnym, z cyrkulacją |
| Wiek systemu | ok. 20 lat; źródło ciepła - 9 dni |
| Charakterystyka układu cyrkulacji c.w.u. | Cyrkulacja z obiegiem pompowym |
| Rodzaj punktów czerpalnych | Baterie czerpalne dla umywalek, natrysków i zlewozmywaków |
| Sposób regulacji systemu | Centralna regulacja stałowartościowa temperatury c.w.u. za pomocą sterownika i zaworu regulacyjnego w węźle ciepłowniczym. |
| Sposób pomiaru zużytego ciepła | Pomiar całkowitego zużycia ciepła (łącznie na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.) w węźle ciepłowniczym raz w miesiącu |
| Sposób pomiaru zużytej c.w.u. | Brak pomiaru zużytej c.w.u. |
| Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u.: | |
| sprawność wytwarzania ciepła η_{gw} (przyjęta z Tabeli 9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376)) | 0,90 |
| sprawność przesyłu ciepła η_{dw} (przyjęta z Tabeli 11. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376)) | 0,60 |

| | |
|---|-------------|
| <p>sprawność wykorzystania ciepła η_{ew} (przyjęta z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> | 1,0 |
| <p>sprawność akumulacji ciepła η_{sw} (przyjęta z Tabeli 14 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> | 1,00 |
| <p>Sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u. $\eta_w = \eta_{gw} \cdot \eta_{dw} \cdot \eta_{ew} \cdot \eta_{sw}$</p> | 0,54 |

5.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Charakterystykę systemu wentylacji przedstawiono w **Tabeli 5.5.**

Tab. 5.5. Charakterystyka systemu wentylacji

| | |
|--|---|
| Sposób wentylacji pomieszczeń | Wentylacja naturalna grawitacyjna |
| Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | Nawiew: infiltracja oraz wietrzenie przez okna i drzwi, wywiew: przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach |

Całkowity nominalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego w budynku określono poprzez sumę:

- strumienia objętości powietrza wentylacyjnego niezbędnego w pomieszczeniach przebywania ludzi (pomieszczenia przedszkolne o temp. wewn. $20 \div 24^\circ\text{C}$) zgodnie z normą PN-83/B-03430;
- przyjętego strumienia objętości powietrza wentylacyjnego niezbędnego w pozostałych pomieszczeniach przedszkolnych (pomieszczenia o temp. wewn. 16°C);
- strumienia powietrza usuwanego z kuchni, łazienki i wc (mieszkanie służbowe) zgodnie z normą PN-83/B-03430;

Obliczenia całkowitego strumienia powietrza wentylacyjnego przedstawiono w **Tabeli 5.6.**

Tab. 5.6. Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach ogrzewanych budynku

| Rodzaj pomieszczenia | Jednostkowy strumień powietrza wentylacyjnego | Liczba jednostek | Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego |
|--|---|-------------------|---|
| | m ³ /h / jedn. | jedn. | m ³ /h |
| Pomieszczenia przedszkola | | | |
| Pomieszczenia stałego przebywania osób (sale dla dzieci; pokój nauczycielski, gabinety i pokoje biurowe, pom. socjalne personelu, toalety, umywalnie, szatnia) | 20 m ³ /h/osobę | 121 osób | 2420 |
| Pom. pionu kuchennego | - | - | 257 |
| Pralnia i magazyny na poddaszu | - | - | 97 |
| Przedsionek | 0,3 wymiany/h | 32 m ³ | 10 |
| Razem pomieszczenia przedszkola | | | 2 784 |
| Mieszkanie służbowe | | | |
| Kuchnia wyposażona w kuchnię gazową | 70 m ³ /h / pom | 1 pom. | 70 |
| Łazienka | 50 m ³ /h / pom | 1 pom. | 50 |
| Oddzielny ustęp | 30 m ³ /h / pom. | 1 pom. | 30 |
| Razem mieszkanie służbowe | | | 150 |

| | | | |
|---------------|--|--|-------|
| Razem budynek | | | 2 934 |
|---------------|--|--|-------|

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:

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

5.7. Charakterystyka energetyczna budynku

5.7.1. Zapotrzebowanie budynku na moc i ciepło do ogrzewania

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu wyznaczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376). Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną do ogrzewania obliczono zgodnie z normą PN-EN 12831:2006. W obliczeniach zapotrzebowania budynku na moc i ciepło do ogrzewania przyjęto następujące założenia:

- obliczeniowa temperatura zewn. dla I strefy klimatycznej Polski wg PN-82/B-02403:
 $t_{zo} = -16^{\circ}\text{C}$;
- 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:
 - łazienka mieszkania służbowego, umywalnie oraz szatnie personelu kuchni (pomieszczenia przeznaczone do rozbierania i na pobyt ludzi bez odzieży): $t_{wo} = +24^{\circ}\text{C}$,
 - sale dla dzieci; pokoje: nauczycielski, dyrektora, księgowej, intendentki, logopedy, palacza, personelu kuchni; toalety, umywalnie, szatnia, korytarze i klatka schodowa kondygnacji naziemnych, hol; pomieszczenia mieszkania służbowego: pokoje, kuchnia i przedpokój (pomieszczenia, w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych): $t_{wo} = +20^{\circ}\text{C}$,
 - kuchnia, zmywalnie, kredensy, przygotowalnie, magazyny z wyjątkiem mag. odpadków, opakowań i warzyw, pralnia, korytarze w piwnicy, przedsionek główny (pomieszczenia, w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych znajdujących się w ruchu lub wykonujących pracę fizyczną oraz pomieszczenia, w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych do 10 W/m^3 kubatury pom.):
 $t_{wo} = +16^{\circ}\text{C}$,
- pomieszczenia techn. węzła ciepłowniczego, pom. wentylatorni; magazyny: odpadków, opakowań i warzyw; przedsionek w piwnicy nieogrzewane;
- liczba stopniodni wynikająca ze średnich wieloletnich temperatur miesiąca wg danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju (www.mir.gov.pl) i z liczby dni ogrzewania dla stacji meteorologicznej Gdańsk.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego przedstawiono w **Załączniku 3**.

Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną oraz ciepło na ogrzewanie w standardowym sezonie grzewczym a także wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego przedstawiono w **Tabeli 5.7.**

Tab. 5.7. Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną oraz ciepło na ogrzewanie i wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego

| | | |
|--|---------------------------|-------------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzewanie budynku q_{0co} | kW | 59,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu), Q_{0co} | GJ/rok | 261,1 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu: $Q_{0co s} = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0$ | GJ/rok | 256 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 84,38 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 82,74 |

5.7.2. Zapotrzebowanie budynku na moc i ciepło do przygotowania c.w.u.

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u. wyznaczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376). Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u. określono na podstawie normy PN-B-01706:1992 jako zapotrzebowanie średnie godzinowe.

Obliczenia aktualnego zapotrzebowania budynku na moc i ciepło na przygotowanie c.w.u. przedstawiono w **Tabeli 5.8.**

Tab. 5.8. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

| | | |
|---|---|---------------|
| Obliczeniowa temperatura wody zimnej, t_z | °C | 10 |
| Temperatura ciepłej wody, t_c | °C | 55 |
| <u>Zapotrzebowanie na ciepło</u> | | |
| PRZEDSZKOLE | | |
| jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | dm ³ /(m ² ·dobę) | 3,00 |
| powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) | m ² | 804,20 |
| współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej | | 0,55 |
| MIESZKANIE SŁUŻBOWE | | |
| jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | dm ³ /(m ² ·dobę) | 1,40 |
| przyjęta powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) | m ² | 55,3 |
| współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej | | 0,90 |
| roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | m ³ /rok | 509,76 |
| liczba dni w roku | doby/rok | 365 |

| | | |
|---|-----------------------|-------------|
| roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/rok | 96,1 |
| średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła | - | 0,90 |
| średnia roczna sprawność przesyłu c.w.u. ze źródła ciepła do zaworów czterpalnych | - | 0,60 |
| średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła | - | 1,0 |
| średnia roczna sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | - | 1,00 |
| średnia roczna sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | - | 0,54 |
| Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{0cw} = Q_{0cw p} / \eta_w$ | GJ/rok | 178 |
| <u>Zapotrzebowanie na moc cieplną</u> | | |
| Średnie dzienne zapotrzebowanie na c.w.u. | dm ³ /dobę | 2,49 |
| Liczba godzin użytkowania instalacji c.w.u. w ciągu doby, τ | h/dobę | 10 |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.: $g_{srh} = g_{srh} / \tau$ | dm ³ /h | 0,25 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u.: $q_{0cw} = g_{srh} \cdot 4,2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 0,28 \text{ Wh/kJ} \cdot 0,995 \text{ dm}^3/\text{kg} \cdot (t_c - t_z) \cdot 10^{-3}$ | kW | 13,0 |

5.7.3. Taryfa i opłaty za ciepło, moc cieplną zamówioną, zużycie energii

Budynek jest zaopatrywany w energię cieplną z indywidualnego węzła ciepłowniczego należącego do dostawcy ciepła. Ciepło sieciowe wytwarzane jest w elektrociepłowni gdańskiej, producentem ciepła jest EDF Wybrzeże. Właścicielem miejskiej sieci ciepłowniczej i dostawcą ciepła jest Gdańskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej (GPEC) sp. z o.o. Aktualne ceny i stawki opłat EDF Wybrzeże (grupa taryfowa 2W) i GPEC (grupa taryfowa VIII.2) przedstawiono w **Tabeli 5.9**.

Tab. 5.9. Aktualnie ceny i stawki opłat EDF Wybrzeże (grupa taryfowa 2W) i GPEC (grupa taryfowa VIII.2):

| Rodzaj opłat | Jednostka | Ceny i stawki opłat | |
|---|-------------|---------------------|----------------|
| | | netto | brutto (z VAT) |
| Cena za zamówioną moc cieplną | zł/(MW·m-c) | 5 316,07 | 6 538,77 |
| Cena ciepła | zł/GJ | 31,51 | 38,76 |
| Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe | zł/(MW·m-c) | 5 527,82 | 6 799,22 |
| Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe | zł/GJ | 20,58 | 25,31 |

Jednostkowe opłaty za ciepło określone na potrzeby niniejszego audytu przedstawiono w **Tabeli 5.10**.

Tab. 5.10. Jednostkowe opłaty za ciepło określone na potrzeby audytu

| | | |
|---|-------|-------|
| Opłata zmienna brutto związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii, O_z | zł/GJ | 64,07 |
|---|-------|-------|

| | | |
|--|-------------|-----------|
| Stała opłata miesięczna brutto związana z dystrybucją i przesyłem energii, O_m | zł/(MW·m-c) | 13 337,99 |
|--|-------------|-----------|

Energia ciepła wytwarzana w węźle jest mierzona od momentu zainstalowania węzła ciepłowniczego, czyli od zaledwie kilku dni, brak więc jest jeszcze jakichkolwiek danych dotyczących zużycia ciepła.

5.7.4. Charakterystyka energetyczna budynku - zestawienie

Charakterystykę energetyczną budynku dla stanu istniejącego przedstawiono w **Tabeli 5.11**.

Tab. 5.11. Charakterystyka energetyczna budynku dla stanu istniejącego

| | | |
|--|---------------------------|-------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na ogrzewanie budynku q_{oco} | kW | 59,0 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na przygotowanie c.w.u. q_{ocw} | kW | 13,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu) Q_{oco} | GJ/rok | 261,1 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu $Q_{oco s}$ | GJ/rok | 256 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. Q_{ocwk} | GJ/rok | 178 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 84,38 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 82,74 |
| Zamówiona moc ciepła na potrzeby c.o. | MW | |
| Zamówiona moc ciepła na potrzeby przygotowania c.w.u. | | |
| Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki roku standardowego | GJ/rok | - |
| Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. | GJ/rok | - |

6. Ocena stanu technicznego

6.1. Ocena stanu technicznego budynku

Ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dobrym stanie technicznym.

Przegrody budynku, z wyjątkiem ścian zewnętrznych, nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 r. poz. 926).

6.2. Ocena stanu technicznego systemu ogrzewania

Stan techniczny systemu ogrzewania jest dobry.

System ogrzewania charakteryzuje się wysoką sprawnością wytwarzania (nowy węzeł ciepłowniczy).

System grzewczy w budynku charakteryzuje się wysoką sprawnością regulacji wynikającą z centralnej automatycznej regulacji pogodowej i miejscowej bieżącej regulacji automatycznej odbiorników ciepła.

Specyfika użytkowania budynku (część przedszkolna) umożliwia stosowanie obniżen temperatur ogrzewania dobowych (nocnych) oraz tygodniowych (week-endowych, świąteczne i na okres ferii). Obniżenia takie są stosowane zarówno automatycznie centralne i dodatkowo ręczne poprzez zamykanie poszczególnych grzejników (z pominięciem mieszkania służbowego, które musi być ogrzewane bez przerw i ograniczeń, i które ma w tym celu zainstalowany osobny obieg grzewczy) i przynoszą znaczące oszczędności ciepła a tym samym kosztów ciepła.

6.3. Ocena stanu technicznego systemu przygotowania c.w.u.

Stan techniczny systemu przygotowania c.w.u. jest dobry.

System przygotowania c.w.u. charakteryzuje się stosunkowo wysoką sprawnością dzięki wysokiej sprawności wytwarzania i braku strat ciepła wynikających z magazynowania ciepłej wody.

7. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwych do wykonania i racjonalnych dla tego budynku ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych do optymalizacji zostały wybrane następujące ulepszenia:

A – docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych,

B - docieplenie stropodachu dobudówki pn.,

C – ocieplenie ścian wewn. poddaszy nieogrzewanych.

8. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Optymalne ulepszenia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy są to takie ulepszenia, dla których prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Jednocześnie wartość optymalnego współczynnika przenikania ciepła przegrody po termomodernizacji nie może być większa niż wartość maksymalna zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5.07.2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 r. poz. 926) obowiązująca od 1.01.2017 r.

Ocenę opłacalności i wybór ulepszeń termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy przedstawiono w **Tabeli 8.1., Tabeli 8.2. i Tabeli 8.3.**

Tab. 8.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu stropów poddaszy nieogrzewanych

| Rodzaj ulepszenia | | A - docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych | | | | | |
|--|-----------------------|---|---------|----------------|--------|--------|------|
| Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła, A | | | | m ² | | 273,6 | |
| Powierzchnia przegrody do docieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenia), A _k | | | | m ² | | 251,1 | |
| <p>Przewiduje się docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych warstwą izolacji z wełny mineralnej o współczynniku przewodności cieplnej λ = 0,045 W/(m·K) metodą układania na sucho dodatkowej izolacji na wierzchu izolacji istniejącej. Docieplenie dotyczy zarówno stropu nad I piętrzem, jak i stropu nad poddaszem użytkowym. Dla stropu nad I piętrzem przewidziano wykonanie izolacji pod istniejącą podłogą z desek, co wymaga rozebrania tej podłogi, podwyższenia legarów, częściowego usunięcia istniejącej polepy i ponownego ułożenia podłogi. Rozpatrywano cztery warianty tego ulepszeniaa różniące się grubością izolacji:</p> <p>Wariant A1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U przegrody,</p> <p>Wariant A2 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariancie A1,</p> <p>Wariant A3 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariancie A2,</p> <p>Wariant A4 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariancie A3.</p> <p>Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna.</p> | | | | | | | |
| | Jednostka | Stan istniejący | Wariant | | | | |
| | | | A1 | A2 | A3 | A4 | |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej | m | | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² ·K)/W | | 4,89 | 5,33 | 5,56 | 5,78 | |
| Opór cieplny przegrody R | (m ² ·K)/W | 0,568 | 5,46 | 5,90 | 6,12 | 6,35 | |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · S _d · A/R | GJ/rok | 161,1 | 16,8 | 15,5 | 14,9 | 14,4 | |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ · A · (t _{wo} – t _{zo})/R | MW | 0,014 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła: ΔO _{ru} = (Q _{0u} - Q _{1u}) · O _z + 12(q _{0u} - q _{1u}) · O _m | zł/rok | | 11 329 | 11 428 | 11 472 | 11 513 | |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia bez VAT | zł/m ² | | 250 | 256 | 259 | 262 | |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia z VAT | zł/m ² | | 307,5 | 314,9 | 318,6 | 322,3 | |
| Planowane nakłady na ulepszenie z VAT, N _u | zł | | 77 213 | 79 071 | 80 000 | 80 930 | |
| Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _u /ΔO _{ru} | lata | | 6,82 | 6,92 | 6,97 | 7,03 | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | W/(m ² ·K) | 1,76 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | |
| Wybrany wariant | A1 | Nakłady | 77 213 | zł | SPBT | 6,8 | lata |

Tab. 8.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu stropodachu dobudówki pn.

| Rodzaj ulepszenia | | B - docieplenie stropodachu dobudówki pn. | | | | | |
|--|----|---|-----------------|---------|----------------|-------|-------|
| Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła, A | | | | | m ² | 14,3 | |
| Powierzchnia przegrody do docieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenia), A _k | | | | | m ² | 14,5 | |
| <p>Przewiduje się docieplenie stropodachu dobudówki pn. (przedsionka) warstwą izolacji ze styropianu EPS 100 038 o współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ metodą układania izolacji na wierzchu dachu z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.</p> <p>Rozpatrywano cztery warianty tego usprawnienia różniące się grubością izolacji:</p> <p>Wariant B1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U przegrody,</p> <p>Wariant B2 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariancie B1,</p> <p>Wariant B3 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariancie B2,</p> <p>Wariant B4 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariancie B3.</p> <p>Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna.</p> | | | | | | | |
| | | Jednostka | Stan istniejący | Wariant | | | |
| | | | | B1 | B2 | B3 | B4 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej | | m | | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | | (m ² ·K)/W | | 4,21 | 4,74 | 5,26 | 5,79 |
| Opór cieplny przegrody R | | (m ² ·K)/W | 1,43 | 5,64 | 6,17 | 6,69 | 7,22 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$ | | GJ/rok | 2,3 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{wo} - t_{zo})/R$ | | MW | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła: $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | | zł/rok | | 148 | 153 | 156 | 159 |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia bez VAT | | zł/m ² | | 108 | 114 | 120 | 126 |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia z VAT | | zł/m ² | | 146,1 | 154,2 | 162,4 | 170,5 |
| Planowane nakłady na ulepszenie z VAT, N _u | | zł | | 2 118 | 2 236 | 2 355 | 2 472 |
| Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _u /ΔO _{ru} | | lata | | 14,28 | 14,65 | 15,07 | 15,51 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | | W/(m ² ·K) | 0,70 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,14 |
| Wybrany wariant | B1 | Nakłady | 2 188 | zł | SPBT | 14,3 | lata |

Tab. 8.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu ścian wewn. od poddaszy nieogrzewanych

| Rodzaj ulepszenia | | | C - ściany wewn. od poddaszy nieogrzewanych | | | | | |
|---|----|---------|---|----------------|---------|--------|--------|--------|
| Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła, A | | | | m ² | | 46,1 | | |
| Powierzchnia przegrody do docieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenia), A _k | | | | m ² | | 41,6 | | |
| Przewiduje się docieplenie ścian wewn. oddzielających poddasze użytkowe od poddaszy nieogrzewanych warstwą izolacji z wełny mineralnej o współczynniku przewodności cieplnej λ = 0,045 W/(m·K) na ruszcie drewnianym. | | | | | | | | |
| Rozpatrywano sześć wariantów tego usprawnienia różniących się grubością izolacji: | | | | | | | | |
| Wariant C1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U przegrody, | | | | | | | | |
| Wariant C2 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariacie C1, | | | | | | | | |
| Wariant C3 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariacie C1, | | | | | | | | |
| Wariant C4 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie C1, | | | | | | | | |
| Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna. | | | | | | | | |
| | | | Jedn. | Stan istn. | Wariant | | | |
| | | | | | C1 | C2 | C3 | C4 |
| Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej | | | m | | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | | | (m ² ·K)/W | | 3,11 | 3,33 | 3,56 | 4,00 |
| Opór cieplny przegrody R | | | (m ² ·K)/W | 0,53 | 3,64 | 3,86 | 4,08 | 4,53 |
| Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · S _d · A/R | | | GJ/rok | 29,4 | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 3,4 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ · A · (t _{w0} – t _{z0})/R | | | MW | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Roczna oszczędność kosztów ciepła: ΔO _{ru} = (Q _{0u} - Q _{1u}) · O _z + 12(q _{0u} - q _{1u}) · O _m | | | zł/rok | | 1 972 | 1 991 | 2 009 | 2 038 |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia bez VAT | | | zł/m ² | | 222 | 225 | 228 | 234 |
| Nakłady jednostkowe ulepszenia z VAT | | | zł/m ² | | 273,1 | 276,8 | 280,4 | 287,8 |
| Planowane nakłady na ulepszenie z VAT, N _u | | | zł | | 11 361 | 11 515 | 11 665 | 11 972 |
| Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _u /ΔO _{ru} | | | lata | | 5,76 | 5,78 | 5,81 | 5,88 |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody U | | | W/(m ² ·K) | 1,90 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,22 |
| Wybrany wariant | C1 | Nakłady | 11 361 | zł | SPBT | 5,8 | lata | |

8.2. Zestawienie wybranych ulepszeń 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 i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT, przedstawiono w **Tabeli 8.4**.

Tab. 8.4. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT

| Symbol usprawnienia albo przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane nakłady z VAT | SPBT |
|--|--|-------------------------|------|
| | | zł | lata |
| C1 | docieplenie ścian wewn. poddaszy | 11 361 | 5,8 |
| A1 | docieplenie stropów poddasza nieogrzewanego | 77 213 | 6,8 |
| B1 | docieplenie stropodachu dobudówki pn. (przedsionka) | 2 118 | 14,3 |

8.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

8.4.1. Metoda wyboru 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, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania, 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:

$$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r} = Q_0 \cdot O_{0z} - Q_1 \cdot O_{1z} + 12 \cdot (q_0 \cdot O_{0m} - q_1 \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

O_{0r}, O_{1r} – roczne koszty energii cieplnej przed i po termomodernizacji, zł/rok;

Q_0, Q_1 – całkowite zapotrzebowanie budynku na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

przy czym: $Q_0 = Q_{0co} + Q_{0cw} = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co}/\eta_0 + Q_{0cw}$

$Q_1 = Q_{1co} + Q_{1cw} = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co}/\eta_1 + Q_{1cw}$

gdzie:

Q_{0co}, Q_{1co} – zapotrzebowanie budynku na ogrzewanie 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,

Q_{0co}, Q_{1co} – sezonowe zapotrzebowanie budynku na ogrzewanie przed i po termomodernizacji określone zgodnie z normą PN-B-02025:1999 z

| | |
|----------------------|--|
| | uwzględnieniem współczynników korekcyjnych do wyznaczania zapotrzebowania na ciepło na cele wentylacji, GJ/rok, |
| η_0, η_1 – | całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po termomodernizacji, |
| Q_{0cw}, Q_{1cw} – | zapotrzebowanie budynku na ciepło na przygotowanie c.w.u. przed i po termomodernizacji, GJ/rok; |
| q_0, q_1 – | całkowite zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW, |
| przy czym: | $q_0 = q_{0co} + q_{0cw}$ $q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$ |
| gdzie: | |
| q_{0co}, q_{1co} – | obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na ogrzewanie 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, O_{1m} – | opłata stała brutto za 1 MW mocy cieplnej przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/(MW·miesiąc); |
| O_{0z}, O_{1z} – | opłata zmienna brutto za 1 GJ ciepła przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/GJ; |

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

Wariantem optymalnym jest pierwszy z wariantów spełniający wszystkie warunki ustawy tj.:

1. jest to przedsięwzięcie, w wyniku którego następuje zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię (art. 2 pkt 1 lit. a)):
 - w budynkach, w których modernizuje się jedynie system grzewczy - co najmniej o 10%,
 - w budynkach, w których w latach 1985 - 2001 przeprowadzono modernizację systemu grzewczego - co najmniej o 15%,
 - w pozostałych budynkach - co najmniej o 25%;

8.4.2. Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ze wskazanych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych utworzono warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Warianty te wraz z planowanymi nakładami przedstawiono w **Tabeli 8.5**.

Tab. 8.5. Określenie zakresu i nakładów na poszczególne warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Symbol ulepszenia albo przedsięwz. termomoder. | Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Zakres i planowane nakłady brutto | | |
|--|--|-----------------------------------|---------------|---------------|
| | | Wariant | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| | | zł | zł | zł |
| C1 | docieplenie ścian wewn. poddaszy | 11 361 | 11 361 | 11 361 |
| A1 | docieplenie stropów poddasza nieogrzewanego | 77 213 | 77 213 | |
| B1 | docieplenie stropodachu dobudówki pn. (przedsionka) | 2 118 | | |
| | Razem | 90 692 | 88 574 | 11 361 |

8.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Bilans ciepła oraz koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego i poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.6**.

Dokumentację wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.7**.

Tab. 8.6. Bilans ciepła oraz koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego i poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant | Ulepszenia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne | $\frac{Q_{0co}}{Q_{1co}}$ | $\frac{w_{t0}}{w_{t1}}$ | $\frac{w_{d0}}{w_{d1}}$ | $\frac{\eta_{g0}}{\eta_{g1}}$ | $\frac{\eta_{d0}}{\eta_{d1}}$ | $\frac{\eta_{e0}}{\eta_{e1}}$ | $\frac{\eta_{s0}}{\eta_{s1}}$ | $\frac{\eta_0}{\eta_1}$ | $\frac{Q_{0cos}}{Q_{1cos}}$ | $\frac{Q_{0cw}}{Q_{1cw}}$ | $\frac{q_{0co}}{q_{1co}}$ | $\frac{q_{0cw}}{q_{1cw}}$ | $\frac{Q_0}{Q_1}$ | $\frac{q_0}{q_1}$ | $\frac{O_{0r}}{O_{1r}}$ |
|------------|--|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| | GJ/rok | GJ/rok | - | - | - | - | - | - | - | GJ/rok | GJ/rok | MW | MW | GJ/rok | MW | zł/rok |
| stan istn. | | 261,1 | 0,85 | 0,90 | 0,91 | 0,96 | 0,89 | 1,00 | 0,78 | 256 | 178 | 0,0590 | 0,0130 | 434 | 0,0720 | 39 330 |
| 1 | C1 A1 B1 | 187,3 | 0,85 | 0,90 | 0,91 | 0,96 | 0,89 | 1,00 | 0,78 | 184 | 178 | 0,0453 | 0,0130 | 362 | 0,0583 | 32 525 |
| 2 | C1 A1 | 199,7 | 0,85 | 0,90 | 0,91 | 0,96 | 0,89 | 1,00 | 0,78 | 196 | 178 | 0,0476 | 0,0130 | 374 | 0,0606 | 33 662 |
| 3 | C1 | 235,0 | 0,85 | 0,90 | 0,91 | 0,96 | 0,89 | 1,00 | 0,78 | 230 | 178 | 0,0561 | 0,0130 | 408 | 0,0691 | 37 200 |

Tab. 8.7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant | Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane nakłady całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) | Prosty okres zwrotu nakładów |
|---------|--|-----------------------------|------------------------------------|---|------------------------------|
| | | N | ΔO_r | $Q_0 - Q_1 / Q_0 \cdot 100\%$ | SPBT = $N / \Delta O_r$ |
| | | zł | zł/rok | % | |
| 1 | C1 A1 B1 | 90 692 | 6 805 | 16,59 | 13,3 |
| 2 | C1 A1 | 88 574 | 5 668 | 13,82 | 15,6 |
| 3 | C1 | 11 361 | 2 130 | 5,99 | 5,3 |

Optymalnym wariantem spełniającym wymogi Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest **Wariant 1**.

8.4.4. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Charakterystykę energetyczną budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.8.**

Tab. 8.13. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | |
|--|---------------------------|-------|
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na ogrzewanie budynku q_{lco} | kW | 45,3 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na przygotowanie c.w.u. q_{lcw} | kW | 13,0 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) Q_{lco} | GJ/rok | 187,3 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu $Q_{lco s}$ | GJ/rok | 184 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. Q_{lcw} | GJ/rok | 178 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 60,53 |
| Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu | kWh/(m ² ·rok) | 59,47 |

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Załączniku 4.**

9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

Prace termomodernizacyjne należy rozpocząć od prac dotyczących struktury budowlanej. W krótkim czasie po ich wykonaniu lub równolegle z nimi należy wykonać modernizację systemu ogrzewania, tak aby uwzględniła ona zmniejszone zapotrzebowanie budynku na ciepło po termomodernizacji. Przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące struktury budowlanej należy rozpocząć od wykonania projektu technicznego dociepleń oraz remontów i najlepiej jest je wykonywać jednocześnie z remontem elewacji zewn. np. w ramach remontu kapitalnego.

Docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych polega na ułożeniu „na sucho” warstwy izolacji **z wełny mineralnej o grub. 22 cm** wierzchu izolacji istniejącej. Docieplenie dotyczy zarówno stropu nad I piętrzem, jak i stropu nad poddaszem użytkowym. Dla stropu nad I piętrzem izolację należy ułożyć pod istniejącą podłogą z desek, co wymaga rozebrania tej podłogi, podwyższenia legarów, częściowego usunięcia istniejącej polepy i ponownego ułożenia podłogi.

Powierzchnia stropów poddaszy do ocieplenia wynosi 251,1 m²

Docieplenie stropodachu dobudówki pn. (przedsionka) polega na ułożeniu warstwy **styropianu EPS 100 038 o grubości 16 cm** na wierzchu dachu i wykonaniu nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.

Powierzchnia stropodachu do ocieplenia wynosi 14,5 m².

Ocieplenie ścian wewn. oddzielających poddasze użytkowe od poddaszy nieogrzewanych należy wykonać metodą lekką suchą polegającą wykonaniu warstwy izolacji **z wełny mineralnej o grub.**

14 cm na ruszcie drewnianym od strony poddaszy nieogrzewanych. Ocieplenie dotyczy tylko ścian murowanych dostępnych od strony strychów.

Powierzchnia ścian do ocieplenia wynosi 41,6 m².

Po wykonaniu wszystkich prac termomodernizacyjnych należy ponownie wykonać regulację hydrauliczną (stałą, wstępną) instalacji c.o. dostosowującą system do zmniejszonych potrzeb cieplnych budynku. Regulację wykonuje się poprzez ustawienie nastaw wstępnych we wszystkich zaworach grzejnikowych i sekcyjnych. Wykonanie regulacji stałej instalacji po termomodernizacji budynku nie przyniesie dodatkowych oszczędności kosztów ciepła, ale istnieje ryzyko, że w wypadku nie wyregulowania systemu ogrzewczego zgodnie z nowymi, mniejszymi potrzebami cieplnymi budynku, nie zostaną osiągnięte założone oszczędności kosztów, gdyż budynek będzie przegrzewany.

10. Wnioski

1. Wariant optymalny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, który spełnia wymogi Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, to wariant polegający na:
 - dociepleniu stropów poddaszy nieogrzewanych warstwą izolacji z wełny mineralnej;
 - dociepleniu stropodachu dobudówki pn. warstwą izolacji ze styropianu;
 - ociepleniu ścian wewn. oddzielających poddasze użytkowe od poddaszy nieogrzewanych warstwą izolacji z wełny mineralnej.
2. Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia:

| | |
|---|------------------|
| - kalkulowane nakłady na przedsięwzięcie w tym: | 90 692 zł |
| - oszczędności kosztów ciepła | 6 805 zł/rok |
3. Realizacja przedsięwzięcia termomodernizacyjnego powinna przyczynić się do oszczędności w zużyciu ciepła o 16,5%.
4. Dalsze działania inwestora obejmują:
 - złożenie wniosku o dofinansowanie;
 - zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót;
 - realizację robót i odbiór techniczny;
 - ocenę rezultatów przedsięwzięcia (np. po pierwszym sezonie grzewczym).
5. Właściciel 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 eksploatacji pomieszczeń po uszczelnieniu okien należy zwrócić szczególną uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji tzn. systematycznie przewietrzać pomieszczenia, aby nie dopuścić do powstawania pleśni i zawilgoceń itp.);
 - stosowania obniżenia temperatury w pomieszczeniach (stosowanie redukcji temperatury w pomieszczeniu na czas nieobecności użytkowników nie więcej jednak niż o 4°C);
 - 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 maksymalne i minimalne);
 - 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).

6. Każdorazowo przy wykonywaniu remontów budynku należy rozważyć możliwość wykonania dalszych usprawnień termomodernizacyjnych. Do tych prac należą:

- docieplenie daszków lukarn;
- docieplenie połaci dachowych w pomieszczeniach użytkowych na poddaszu;
- docieplenie podłóg na gruncie,
- wymiana lub docieplenie drzwi wejściowych do piwnicy.

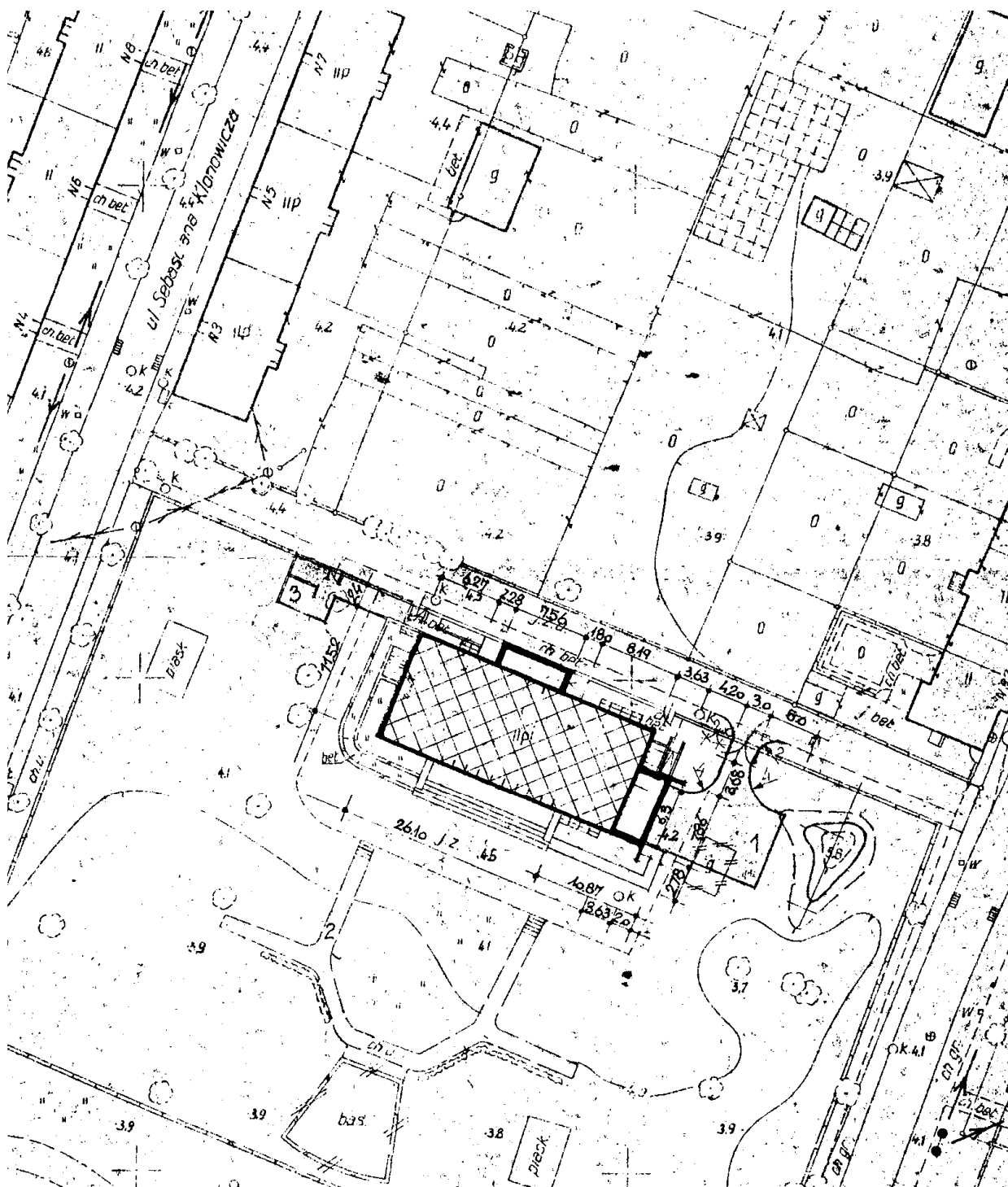
Powyższe elementy nie zostały objęte audytem, gdyż są one nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia tzn. nakłady na tego typu ulepszenia są wysokie w stosunku do możliwych do osiągnięcia oszczędności kosztów ciepła.

7. Stosowane w termomodernizacji technologie oraz materiały muszą być dopuszczone do stosowania w Polsce przez uprawnione do tego instytucje.

8. Dla proponowanych w audycie energetycznym rozwiązań budowlanych należy sporządzić dokumentację projektową oraz uzyskać pozwolenia na budowę wg zasad określonych przepisami Prawa Budowlanego.

9. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego.

Plan sytuacyjny



Uproszczona dokumentacja techniczna budynku



Załącznik 3

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego

| Miesiąc m | Średnia miesięczna temp. powietrza zewn. ¹⁾ $\theta_{e,a}$ [°C] | Liczba godzin w m-cu ²⁾ t_M [h/m-c] | Obliczenio- wa temp. wewn. $\theta_{int,1H}$ [°C] | Całkowity współ. przenoszenia ciepła przez przenikanie $H_{tr,I}$ [W/K] | Całkowita ilość ciepła przenoszona przez przenikanie w n-tym miesiącu $Q_{tr,I,n}=H_{tr,I}(\theta_{int,1H}-\theta_{e,a})t_M$ 3,6·10 ³ [GJ/m-c] | Współ. przenoszenia ciepła przez wentylację $H_{ve,I}$ [W/K] | Całkowita ilość ciepła przenoszona przez wentylację w n-tym miesiącu $Q_{ve,I,n}=H_{ve,I}(\theta_{int,1H}-\theta_{e,a})t_M$ 3,6·10 ³ [GJ/m-c] | Całkowita ilość ciepła przenieszonego w n-tym miesiącu $Q_{H,ht,I,n}=Q_{tr,I,n}+Q_{ve,I,n}$ [GJ/m-c] | Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego ³⁾ $Q_{sol,H,I,n}$ [GJ/m-c] | Miesięczne wewn. zyski ciepła $Q_{int,H,I,n}$ [GJ/m-c] | Całkowite zyski ciepła w n-tym miesiącu $Q_{H,gn,I,n}=Q_{sol,H,I,n}+Q_{int,H,I,n}$ [GJ/m-c] | Stosunek całkowitych zysków ciepła do całkowitej wymiany ciepła w n- tym m-cu $\gamma_{H,I,n}=Q_{H,gn,I,n}/Q_{H,ht,I,n}$ [-] | Współ. wykorzystania zysków ciepła w n-tym m-cu $\eta_{H,gn,I,n}$ [-] | Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w n-tym miesiącu roku $Q_{H,nd,I,n}=Q_{H,ht,I,n}-\eta_{H,gn,I,n}\cdot Q_{H,gn,I,n}$ [GJ/m-c] |
|--|--|--|---|---|--|---|---|--|---|--|---|--|--|---|
| | °C | s 10 ³ /m-c | °C | W/K | GJ/m-c | W/K | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | - | - | GJ/m-c |
| styczeń | 2,0 | 2,6784 | 20 | 640,04 | 30,9 | 551,99 | 26,6 | 57,5 | 6,80 | 3,13 | 9,93 | 0,17 | 1,00 | 47,5 |
| luty | 1,2 | 2,4192 | 20 | 640,04 | 29,1 | 551,99 | 25,1 | 54,2 | 7,00 | 2,82 | 9,82 | 0,18 | 1,00 | 44,4 |
| marzec | 3,5 | 2,6784 | 20 | 640,04 | 28,3 | 551,99 | 24,4 | 52,7 | 13,00 | 3,13 | 16,13 | 0,31 | 1,00 | 36,6 |
| kwiecień | 7,7 | 2,5920 | 20 | 640,04 | 20,4 | 551,99 | 17,6 | 38,0 | 19,80 | 3,03 | 22,83 | 0,60 | 0,98 | 15,6 |
| maj | 9,2 | 1,7280 | 20 | 640,04 | 11,9 | 551,99 | 10,3 | 22,2 | 16,52 | 2,02 | 18,53 | 0,83 | 0,92 | 5,2 |
| czerwiec | | 0 | | 640,04 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 |
| lipiec | | 0 | | 640,04 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 |
| sierpień | | 0 | | 640,04 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 |
| wrzesień | 14,0 | 0,8640 | 20 | 640,04 | 3,3 | 551,99 | 2,9 | 6,2 | 5,33 | 1,01 | 6,34 | 1,03 | 0,84 | 0,8 |
| październik | 8,7 | 2,6784 | 20 | 640,04 | 19,4 | 551,99 | 16,7 | 36,1 | 12,10 | 3,13 | 15,23 | 0,42 | 1,00 | 20,9 |
| listopad | 4,0 | 2,5920 | 20 | 640,04 | 26,5 | 551,99 | 22,9 | 49,4 | 6,00 | 3,03 | 9,03 | 0,18 | 1,00 | 40,4 |
| grudzień | 1,9 | 2,6784 | 20 | 640,04 | 31,0 | 551,99 | 26,8 | 57,8 | 5,00 | 3,13 | 8,13 | 0,14 | 1,00 | 49,7 |
| e obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu (roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji) | | | | | | | | | | | | $Q_{col}=Q_{H,nd,I}=2Q_{H,nd,I,n}$ [GJ/rok] | | 261,1 |

Załącznik 4

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu termomodernizacji

| Miesiąc m | Średnia miesięczna temp. powietrza zewn. ¹⁾ $\theta_{e,n}$ [°C] | Liczba godzin w m-cu ²⁾ t_M [h/m-c] | Obliczenio- wa temp. wewn. $\theta_{int,LH}$ [°C] | Całkowity współ. przenoszenia ciepła przez przenikanie $H_{tr,l}$ [W/K] | Całkowita ilość ciepła przenoszona przez przenikanie w n-tym miesiącu $Q_{tr,Ln}=H_{tr,l}(\theta_{int,LH}-\theta_{e,n})t_M$ 3,6·10 ⁶ [GJ/m-c] | Współ. przenoszenia ciepła przez wentylację $H_{ve,l}$ [W/K] | Całkowita ilość ciepła przenoszona przez wentylację w n-tym miesiącu $Q_{ve,Ln}=H_{ve,l}(\theta_{int,LH}-\theta_{e,n})t_M$ 3,6·10 ⁶ [GJ/m-c] | Całkowita ilość ciepła przenieszonego w n-tym miesiącu $Q_{H,ht,Ln}=Q_{tr,Ln}+Q_{ve,Ln}$ [GJ/m-c] | Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego ³⁾ $Q_{sol,H,Ln}$ [GJ/m-c] | Miesięczne wewn. zyski ciepła $Q_{int,H,Ln}$ [GJ/m-c] | Całkowite zyski ciepła w n-tym miesiącu $Q_{H,gn,Ln}=Q_{sol,H,Ln}+Q_{int,H,Ln}$ [GJ/m-c] | Stosunek całkowitych zysków ciepła do całkowitej wymiany ciepła w n- tym m-cu $\gamma_{H,Ln}=Q_{H,gn,Ln}/Q_{H,ht,Ln}$ [-] | Współ. wykorzystania zysków ciepła w n-tym m-cu $\eta_{H,gn,Ln}$ [-] | Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w n-tym miesiącu roku $Q_{H,nd,Ln}=Q_{H,ht,Ln}-\eta_{H,gn,Ln}Q_{H,gn,Ln}$ [GJ/m-c] | |
|--|--|--|---|---|---|---|--|---|--|---|--|---|---|---|-------|
| | | $\times 10^6$ m-c | °C | W/K | GJ/m-c | W/K | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | GJ/m-c | - | - | GJ/m-c | |
| styczeń | 2,0 | 2,6784 | 20 | 397,93 | 19,2 | 551,99 | 26,6 | 45,8 | 6,80 | 3,13 | 9,93 | 0,22 | 1,00 | 35,9 | |
| luty | 1,2 | 2,4192 | 20 | 397,93 | 18,1 | 551,99 | 25,1 | 43,2 | 7,00 | 2,82 | 9,82 | 0,23 | 1,00 | 33,4 | |
| marzec | 3,5 | 2,6784 | 20 | 397,93 | 17,6 | 551,99 | 24,4 | 42,0 | 13,00 | 3,13 | 16,13 | 0,38 | 1,00 | 25,9 | |
| kwiecień | 7,7 | 2,5920 | 20 | 397,93 | 12,7 | 551,99 | 17,6 | 30,3 | 19,80 | 3,03 | 22,83 | 0,75 | 0,96 | 8,3 | |
| maj | 9,2 | 1,7280 | 20 | 397,93 | 7,4 | 551,99 | 10,3 | 17,7 | 16,52 | 2,02 | 18,53 | 1,05 | 0,86 | 1,8 | |
| czerwiec | | 0 | | 397,93 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 | |
| lipiec | | 0 | | 397,93 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 | |
| sierpień | | 0 | | 397,93 | 0,0 | 551,99 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 1,00 | 0,0 | |
| wrzesień | 14,0 | 0,8640 | 20 | 397,93 | 2,1 | 551,99 | 2,9 | 4,9 | 5,33 | 1,01 | 6,34 | 1,29 | 0,74 | 0,2 | |
| październik | 8,7 | 2,6784 | 20 | 397,93 | 12,0 | 551,99 | 16,7 | 28,8 | 12,10 | 3,13 | 15,23 | 0,53 | 1,00 | 13,6 | |
| listopad | 4,0 | 2,5920 | 20 | 397,93 | 16,5 | 551,99 | 22,9 | 39,4 | 6,00 | 3,03 | 9,03 | 0,23 | 1,00 | 30,4 | |
| grudzień | 1,9 | 2,6784 | 20 | 397,93 | 19,3 | 551,99 | 26,8 | 46,1 | 5,00 | 3,13 | 8,13 | 0,18 | 1,00 | 37,9 | |
| e obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu (roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji) | | | | | | | | | | | | $Q_{col}=Q_{H,nd,1}+2Q_{H,nd,1n}$ [GJ/rok] | | | 187,3 |