

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Audyt Energetyczny Przedszkola Gminnego we Władystawowie



WYKONAWCA:

NUVARRO Sp. z o. o.
ul. Reymonta 23, Posada
62-530 Kazimierz Biskupi
tel. (63) 233 00 15
e-mail: biuro@nuvarro.pl

OPRACOWALI:

mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Agnieszka Orłowska

KOORDYNATOR:

mgr inż. Ewa Łęczycka

ZAMAWIAJĄCY:

Gmina Władystawów,
ul. Rynek 43, 62-710 Władystawów

Posada 2016

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

| | | | |
|--|--|--|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | Budynek Przedszkola | 1.2 Rok budowy | 1989 |
| 1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) | Gmina Władysławów, ul. Rynek 43 Władysławów | 1.4 Adres budynku | ul. Kaliska 17A, 62-710 Władysławów |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt: | | | |
| NUVARRO Sp. z o.o. Posada, ul. Reymonta 23; 62-530 Kazimierz Biskupi, REGON 301262968 | | | |
| 3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje: | | | |
| mgr inż. Ewa Łęczycka | | | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac: | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego: | |
| 1. | mgr inż. Paweł Filaber | Opracowanie obliczeń | |
| 2 | mgr inż. Agnieszka Orłowska | Obliczenia OZC | |
| 5. Miejscowość: | Posada | Data wykonania opracowania: | 30.11.2016r. |
| Spis treści: | | | |
| 1 | STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU | | 2 |
| 2 | KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾ | | 3 |
| 3 | DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA | | 6 |
| 4 | INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO | | 9 |
| 5 | OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU | | 13 |
| 6 | WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH DO ANALIZY OPŁACALNOŚCI NA PODSTAWIE WYWIADU ORAZ OCENY STANU TECHNICZNEGO | | 14 |
| 7 | OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO 15 | | |
| 8 | ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU | | 25 |

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|--|--|------------------------------|---------------------------|
| 1. | Konstrukcja / technologia budynku | Tradycyjna murowana | Tradycyjna murowana |
| 2. | Liczba kondygnacji | 2+piwnica | 2+piwnica |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 2 633,60 | 2 633,60 |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 1 477,92 | 1 477,92 |
| 5. | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²] | 0,00 | 0,00 |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 975,40 | 975,40 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 185 | 185 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | kocioł na ekogroszek | kocioł na ekogroszek |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | kocioł na ekogroszek | kocioł na ekogroszek |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | 1,35 | 1,35 |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K) | | | |
| 1 | Drzwi zewnętrzne | 2,000 | 2,000 |
| 2 | Okno zewnętrzne | 1,500 | 1,500 |
| 3 | Okno zewnętrzne stare | 3,600 | 1,600 |
| 4 | Podłoga w piwnicy | 0,714 | 0,714 |
| 5 | Stropodach nieocieplony | 1,126 | 0,170 |
| 6 | Stropodach ocieplony | 0,228 | 0,228 |
| 7 | Strop ciepło do dołu | 1,480 | 1,480 |
| 8 | Ściana zewnętrzna | 1,177 | 0,211 |
| 9 | Ściana zewnętrzna przy gruncie | 0,659 | 0,659 |
| 3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | |
| 1 | Sprawność wytwarzania | 0,82 | 0,82 |
| 2 | Sprawność przesyłu | 0,80 | 0,90 |
| 3 | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,81 | 0,88 |
| 4 | Sprawność akumulacji | 1,00 | 1,00 |
| 5 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | 1,00 | 1,00 |

| | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | 1,00 | 1,00 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | 0,65 | 0,65 |
| 2. | Sprawność przesyłu | 0,60 | 0,60 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 1,00 | 1,00 |
| 4. | Sprawność akumulacji | 0,85 | 0,85 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | naturalna | |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | Okna/ kanały wentylacyjne | Okna/ kanały wentylacyjne |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h] | 3 145 | 3 145 |
| 4. | Liczba wymian powietrza [1/h] | 1,19 | 1,19 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW] | 143,41 | 94,32 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW] | 6,06 | 6,06 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 774,57 | 385,28 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1 465,20 | 593,25 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 56,14 | 56,14 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | - | - |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 221 | 110 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 417 | 169 |
| 10. ²⁾ | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | - | - |

| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) | | | |
|--|---|--|-------|
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ] | 30,75 | 30,75 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 0,00 | 0,00 |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³] | 6,06 | 6,06 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 0,00 | 0,00 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)] | 3,85 | 1,55 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Inne [zł] | - | - |
| 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 509 307,25 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 57,3% |
| Planowane koszty całkowite [zł] ⁵⁾ | 599 185,00 | Premia termomodernizacyjna [zł] | n/d |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 26 870,27 | | |

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

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

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

5) koszty nie uwzględniają wykonania instalacji fotowoltaicznej oraz wymiany źródeł ciepła na wysokosprawne.

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

3.1 Cel pracy

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

3.2 Dokumentacja projektowa

Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby opracowania.

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji , itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz.1200 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.151)
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. tekstu jednolitego Dz.U.2016 poz.290, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2016 poz.961).
 - Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2015, poz.1422).

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 poz.462, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2013 poz.762 i Dz.U.2015 poz.1554), w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12.
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2014 poz.712, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2016 poz.615)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz.376)
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

3.4 Wizja lokalna

Listopad 2016 roku.

3.5 Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych, w ramach których można pozyskać dofinansowanie do wysokości 85% kosztów kwalifikowanych.

3.6 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu:

- Należy wykonać ocieplenie ścian zewnętrznych budynku.
- Należy wykonać ocieplenie części stropodachu.
- Należy wymienić starą stolarkę okienną w budynku.
- Należy wykonać modernizację centralnego ogrzewania.
- Należy obniżyć koszty ogrzewania budynku.
- Należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku.
- Spłata kredytu bankowego powinna być dokonywana głównie z uzyskanych oszczędności kosztów ogrzewania.

Jeśli pozwoli na to konstrukcja budynku, wszystkie elementy poddawane termomodernizacji należy dopasować tak aby spełniały warunki techniczne mające zacząć obowiązywać w 2017 roku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Opis i konstrukcja budynku

Budynek wybudowany w technologii tradycyjnej, posiada dwie kondygnacje oraz nieogrzewaną piwnicę. Grubość ścian zewnętrznych wynosi 38 cm. Ściany są nieocieplone. Ławy fundamentowe wykonane z betonu klasy B100, zbrojone podłużnie stalą. Ściany piwnic wykonane z bloków betonowych, ściany nadziemne z cegły kratówki. Stropy z typowych płyt stropowych, kanałowych. Dach na części obiektu jest dwuspadowy ocieplony, natomiast pozostała część stropodachu nie została ocieplona.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna i drzwi w budynku były systematycznie wymieniana i obecnie. Stan techniczny stolarki ocenia się na bardzo dobry. Okna posiadają niski współczynnik przenikania ciepła oraz wysoki poziom szczelności powietrznej.

Do wymiany nadają się pojedyncze okna w ilości 4 sztuk, zlokalizowane w piwnicy budynku.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez rozszczelnienie drzwi i okien.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest własna kotłownia wyposażona w dwa kotły węglowe na ekogroszek o mocy 75kW każdy. Kotły są nowe i zostały zainstalowane w 2015 roku.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania. W systemie występują nowe stalowe, grzejniki płytowe wyposażone w zawory termostatyczne (ok. 1/3) oraz grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych (ok. 2/3) do wymiany. Instalacja wymaga modernizacji. Nowe grzejniki płytowe posiadają termostaty.

Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

| Lp. | Opis | Wartości współczynników sprawności | |
|-----|---|------------------------------------|-------|
| 1 | Wytwarzanie ciepła | η_g | 0,820 |
| 2 | Przesył ciepła | η_d | 0,800 |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie | η_e^* | 0,806 |
| 4 | Układ akumulacji ciepła | η_s | 1,000 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_w^* \eta_p^* \eta_r^* \eta_e =$ | η | 0,529 |
| 6 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | w_t | 1,000 |
| 7 | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d | 1,000 |

* sprawność regulacji i wykorzystania uwzględnia 33,33% udział grzejników nowych oraz 66,67% udział grzejników starych.

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa w budynku dostarczana jest przez cały rok z kotła na ekogroszek.

Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

| L.p. | Opis | Wartości współczynników sprawności | |
|------|---|------------------------------------|------|
| 1 | Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$ | η_g | 0,65 |
| 2 | Sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$ | η_d | 0,60 |
| 3 | Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$ | η_e | 0,85 |
| 4 | Sprawność sezonowa wykorzystania | η_s | 1,00 |
| 5 | Sprawność całkowita systemu $\eta_w^* \eta_p^* \eta_r^* \eta_e =$ | η | 0,33 |

4.8 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby c.o.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia” i rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich

charakterystyki energetycznej z dnia 8 listopada 2008r. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.7Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury (załącznik 4). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik 1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego". Do obliczeń przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego proponowany w normie PN-EN 12831. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.7Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 4).

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

| | | |
|--|--------|----------|
| Obliczeniowa moc systemu grzewczego | MW | 0,1434 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co | GJ/rok | 774,57 |
| Ogólna sprawność systemu | % | 52,86 |
| Obniżenie nocne | % | 100,00 |
| Obniżenie tygodniowe | % | 100,00 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 465,20 |

4.10 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg stawek lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

| | | |
|--|----------|-----------|
| Oz* | zł/GJ | 30,75 |
| Om** | zł/MW/mc | 0,00 |
| Ab | zł/mc | 0,00 |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | MW | 0,14 |
| Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 465,20 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 45 054,93 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 0,00 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 45 054,93 |
| *) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii | | |
| **) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii | | |

4.11 Roczny koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

| | | |
|--|--------|----------|
| Oz* | zł/GJ | 30,75 |
| Om** | zł/mc | 0,00 |
| Ab ₀ | zł/mc | 0,00 |
| Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej | MW | 0,01 |
| Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej | GJ/rok | 56,14 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 1 726,44 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 0,00 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody | zł/rok | 1 726,44 |
| *) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii | | |
| **) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii | | |

4.12 Roczny koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

| | | |
|---|--------|-----------|
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym | zł/rok | 45 054,93 |
| Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej | zł/rok | 1 726,44 |
| Roczny koszt sumaryczny | zł/rok | 46 781,37 |

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Opis | Jednostki | Wartości |
|---|-----------|----------|
| t _{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych | °C | 20 |
| t _{z0} | °C | -18 |
| S _d | dzień*K/a | 3 578 |
| Centralne ogrzewanie | | |
| O _{m0} | zł/MW/m-c | 0,00 |
| O _{z0} | zł/GJ | 30,75 |
| Ab ₀ | zł/m-c | 0,00 |
| Ciepła woda użytkowa | | |
| O _{m0} | zł/MW/m-c | 0,00 |
| O _{z0} | zł/GJ | 30,75 |
| Ab ₀ | zł/m-c | 0,00 |

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

5 Ocena stanu technicznego budynku

Stan techniczny budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych ocenia się jako dostateczny. Jedynie współczynniki przenikania ciepła dla nieocieplonych ścian zewnętrznych oraz stropodachu nie spełniają obecnie obowiązujących przepisów. Współczynniki przenikania ciepła dla większej części stolarki otworowej spełniają obowiązujące przepisy, nie powodując nadmiernej infiltracji powietrza i strat ciepła na ogrzewanie. Jedynie 4 okna piwnicy posiadają zbyt wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych do analizy opłacalności na podstawie wywiadu oraz oceny stanu technicznego

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|-----|---|--|
| 1 | Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez nieocieploną część stropodachu | Ocieplenie części stropodachu materiałem izolacyjnym |
| 2 | Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne | Ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu metodą „lekką mokrą” |
| 3 | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz zwiększoną infiltrację powietrza zewnętrznego przez starą stolarkę okienną | Wymiana starej stolarki okiennej |
| 4 | Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania | Wymiana żeliwnych grzejników oraz montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach |

7 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło, na pokrycie strat na przenikanie ciepła przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

- Ocieplenie części stropodachu.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych.
- Wymiana starej stolarki okiennej

7.2 Wybór optymalnych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych spośród rodzajów ulepszeń określonych w punkcie 7.1

• Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu materiałem izolacyjnym o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,040\text{W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto trzy warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe listopad 2016r.

| | | |
|--------------------|--------|---|
| λ | 0,040 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji |
| A | 303,02 | m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat |
| A _{koszt} | 303,02 | m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia |

| Lp. | Opis | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
|--------------------|---|-----------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | m | | 0,18 | 0,20 | 0,22 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² *K)/W | | 4,50 | 5,00 | 5,50 |
| 3 | Opór cieplny R | (m ² *K)/W | 0,888 | 5,39 | 5,89 | 6,39 |
| 4 | U ₀ , U ₁ | W/m ² *K | 1,126 | 0,186 | 0,170 | 0,157 |
| 5 | Q _{0U} , Q _{1U} | GJ/a | 158,20 | 26,08 | 23,86 | 21,99 |
| 6 | q _{0U} , q _{1U} | MW | 0,009 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ΔOr_u | zł/a | | 4 062,83 | 4 130,92 | 4 188,35 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 247,50 | 250,00 | 255,00 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | zł | | 74 997,45 | 75 755,00 | 77 270,10 |
| 10 | SPBT=NU/ ΔOr_u | lata | | 18,46 | 18,34 | 18,45 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 75 755,00 zł | | SPBT= 18,3 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu materiałem izolacyjnym o grubości 20cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,040\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)” oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła

stawianego

w

WT2017.

- **Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych**

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych budynku metodą „lekką mokrą” warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto trzy warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe listopad 2016r.

| | | |
|--------------------|---------|---|
| λ | 0,036 | W/mK - współczynnik przewodności cieplnej styropianu |
| A | 1274,60 | m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat |
| A _{koszt} | 1402,06 | m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia |

| Lp. | Omówienie | Jednostki | Stan istniejący | Warianty | | |
|--------------------|---|-----------------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g | m | | 0,12 | 0,14 | 0,16 |
| 2 | Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² *K)/W | | 3,33 | 3,89 | 4,44 |
| 3 | Opór cieplny R | (m ² *K)/W | 0,850 | 4,183 | 4,739 | 5,294 |
| 4 | U ₀ , U ₁ | W/m ² *K | 1,177 | 0,239 | 0,211 | 0,189 |
| 5 | Q _{0U} , Q _{1U} | GJ/a | 556,46 | 113,03 | 99,77 | 89,30 |
| 6 | q _{0U} , q _{1U} | MW | 0,057 | 0,012 | 0,010 | 0,009 |
| 7 | Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} | zł/a | | 13 635,73 | 14 043,21 | 14 365,17 |
| 8 | Cena jednostkowa usprawnienia | zł/m ² | | 190,00 | 200,00 | 214,00 |
| 9 | Koszt realizacji usprawnienia Nu | zł | | 266 391,40 | 280 412,00 | 300 040,84 |
| 10 | SPBT=NU/ ΔO_{ru} | lata | | 19,5 | 20,0 | 20,9 |
| Wybrany wariant: 2 | | Koszt: 280 412,00 zł | | SPBT= 20 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych budynku warstwą styropianu o grubości 14 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,036\text{W/mK}$. Wariant ten spełnia warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)” oraz minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stawianego w WT2017.

- **Usprawnienie dotyczące wymiany stolarki okiennej**

Rozpatruje się wymianę starych okien w piwnicy, które posiadają wysoki współczynnik przenikania ciepła na nowe, spełniające wymagania techniczne mające zacząć obowiązywać w 2017 roku. Cena N_{OK} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe listopad 2016r.

| Powierzchnia okien do wymiany: $P = 5,76m^2$ | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------|---------|
| Lp. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty usprawnień | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | U | $W/m^2 \cdot K$ | 3,60 | 1,70 | 1,60 | 1,50 |
| 2 | Cr | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | Cm | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 4 | Q0, Q1 | GJ/a | 25,47 | 23,72 | 23,63 | 23,53 |
| 5 | q0, q1 | MW | 0,0036 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 |
| 6 | DOrok+DOrw | zł/rok | | 53,8 | 56,7 | 59,5 |
| 7 | J, Koszt usprawnienia | zł/m ² | | 495,00 | 550,00 | 632,50 |
| | N_{ok} | zł | | 2851,20 | 3168,00 | 3643,20 |
| | SPBT | lata | | 52,97 | 55,92 | 61,24 |
| Wybrany wariant: 3 | | | Koszt: 3 168,00 zł | SPBT= 55,9 lat | | |

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie starych okien w piwnicy na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,6 W/m^2K$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2017 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

- **Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT**

| lp. | Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku | Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł) | SPBT lata |
|-----|---|---|-----------|
| 1 | Ocieplenie stropodachu | 75 755,00 | 18,3 |
| 2 | Ocieplenie ścian zewnętrznych | 280 412,00 | 20,0 |
| 3 | Wymiana starej stolarki okiennej | 3 168,00 | 55,9 |

7.3 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację starej części instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się między innymi wymianę starych grzejników żeliwnych na nowe płytowe oraz montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach.

| Rodzaj źródła | jedn. | przed modern. | po modern. |
|---|-----------|---------------|------------|
| Zapotrzebowanie na moc szczytową | MW | 0,1434 | 0,1434 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu | GJ/rok | 775 | 775 |
| Ogólna sprawność systemu ogrzewania η | % | 53% | 65% |
| Obniżenie nocne | % | 100% | 100% |
| Obniżenie tygodniowe | % | 100% | 100% |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu | GJ/rok | 1 465 | 1 193 |
| Oz | zł/GJ | 30,75 | 30,75 |
| Om | zł/MW/m-c | 0,00 | 0,00 |
| A | zł | 0,00 | 0,00 |
| Roczna opłata zmienna | zł/rok | 45 054,93 | 36 674,72 |
| Roczna opłata stała | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| Roczna opłata abonamentowa | zł/rok | 0,00 | 0,00 |
| Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686) | zł/rok | 45 054,93 | 36 674,72 |
| | | Różnica | 8 380,22 |
| | | Koszt | 239 850,00 |
| | | SPBT | 28,6 |

W dalszej części opracowania bierze się pod uwagę wykonania modernizacji instalacji centralnego ogrzewania w opisanym zakresie.

7.4 Określenie efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

| Nr wariantu | Prace przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczne oszczędności kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię | Optymalna kwota kredytu | | Premia termomodernizacyjna | | | Premia dla danego wariantu |
|-------------|---|----------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| | | | | | | | 20% kredytu | 16% całkowitych kosztów | 2lata oszczędności | |
| | - | zł | zł | % | % | zł | zł | zł | zł | zł |
| 4 | 1+2+3+4 | 599 185,00 | 26 870,27 | 57,44% | 85% | 509 307,25 | 101 861,45 | 95 869,60 | 53 740,55 | 53 740,55 |
| 3 | 1+2+3 | 596 017,00 | 26 812,51 | 57,31% | 85% | 506 614,45 | 101 322,89 | 95 362,72 | 53 625,02 | 53 625,02 |
| 2 | 1+2 | 315 605,00 | 12 643,95 | 27,03% | 85% | 268 264,25 | 53 652,85 | 50 496,80 | 25 287,90 | 25 287,90 |
| 1 | 1 | 239 850,00 | 8 380,22 | 17,91% | 85% | 203 872,50 | 40 774,50 | 38 376,00 | 16 760,44 | 16 760,44 |

Gdzie:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie stropodachu
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych
4. Wymiana starej stolarki okiennej

Pole szare oznacza wariant optymalny tj. spełnienie warunku art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

- **Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów**

Zgodnie z art. 3 pkt 1 ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się **wariant 2**, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,
- ocieplenie stropodachu,

ale na podstawie wykonanej analizy uzasadnione ekonomicznie jest wykonanie pozostałych prac określonych w wariantcie 4 tj.:

- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- wymiana starej stolarki okiennej.

| | | |
|--|--------|---------------|
| Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT) | | 599 185,00 zł |
| Udział środków własnych inwestora | 85,00% | 89 877,75 zł |
| Kredyt bankowy | 15,00% | 509 307,25 zł |
| Przewidywana premia termomodernizacyjna | | n/d |
| Roczna oszczędność kosztów | | 26 870,27 zł |
| Czas zwrotu nakładów SPBT | | 22,30 |

8 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Zużycie ciepła

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

| Lp. | Pomieszczenia | Liczba pomieszczeń/ użytkowników | Kubatura netto | Współ Cr | Norma | Strumień powietrza wentylacyjnego |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------|----------|-----------------------------|-----------------------------------|
| - | - | szt. | m ³ | | m ³ /h lub wym/h | m ³ /h |
| Przed modernizacją | | | | | | |
| 1 | Kuchnie | 1 | - | 1,00 | 70 | 70,0 |
| 2 | Łazienki | 6 | - | 1,00 | 50 | 300,0 |
| 3 | Pomieszczenia ogrzewane | 185 | - | 1,00 | 15 | 2 775,0 |
| 4 | Pomieszczenia nieogrzewane | - | 1356,80 | 1,00 | 0,3 | 407,0 |
| Po modernizacji | | | | | | |
| 1 | Kuchnie | 1 | - | 1,00 | 70 | 70,0 |
| 2 | Łazienki | 6 | - | 1,00 | 50 | 300,0 |
| 3 | Pomieszczenia ogrzewane | 185 | - | 1,00 | 15 | 2 775,0 |
| 4 | Pomieszczenia nieogrzewane | - | 1356,80 | 1,00 | 0,3 | 407,0 |

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc ciepłą zgodnie z normą PN-EN 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”:

| Lp. | Pomieszczenia | Liczba pomieszczeń | Kubatura netto | Współ Cr | Norma | Strumień powietrza wentylacyjnego |
|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - | - | szt. | m ³ | | m ³ /h lub wym/h | m ³ /h |
| Przed modernizacją | | | | | | |
| 1 | Pomieszczenia ogrzewane | - | 2633,60 | 1,00 | 2 | 5 267,2 |
| 2 | Pomieszczenia nieogrzewane | - | 1356,8 | 1,00 | 0,3 | 407,0 |
| Po modernizacji | | | | | | |
| 1 | Pomieszczenia ogrzewane | - | 2633,60 | 1,00 | 2 | 5 267,2 |
| 2 | Pomieszczenia nieogrzewane | - | 1356,8 | 1,00 | 0,3 | 407,0 |

Załącznik 2

Obliczenie mocy obliczeniowej na cele c.w.u. oraz zapotrzebowania na ciepło na c.w.u.

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Lp | Charakterystyka systemu | Jednostka | Przed | Po |
|----|---|---------------------------------|----------|----------|
| 1 | jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} | $dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$ | 0,8 | 0,8 |
| 2 | powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) | m^2 | 975,40 | 975,40 |
| 3 | ciepło właściwe wody c_w | $kJ/kg \cdot K$ | 4,19 | 4,19 |
| 4 | gęstość wody ρ_w | kg/dm^3 | 1 | 1 |
| 5 | temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_w | $^{\circ}C$ | 55 | 55 |
| 6 | obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0 | $^{\circ}C$ | 10 | 10 |
| 7 | współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R | - | 0,55 | 0,55 |
| 8 | liczba dni w roku t_r | Doba* | 230 | 230 |
| 9 | roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / (3600)$ | kWh/rok | 5 170,0 | 5 170,0 |
| 10 | sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$ | - | 0,65 | 0,65 |
| 11 | sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$ | - | 0,60 | 0,60 |
| 12 | sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$ | - | 0,85 | 0,85 |
| 13 | sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$ | - | 1,00 | 1,00 |
| 14 | sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$ | - | 0,33 | 0,33 |
| 15 | roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$ | kWh/a | 15 595,7 | 15 595,7 |
| 16 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw} | $kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$ | 15,99 | 15,99 |
| 17 | Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{pw} | kWh/rok | 17155,23 | 17155,23 |
| 18 | Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{pw} | $kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$ | 17,59 | 17,59 |
| 19 | roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$ | GJ/a | 56,1 | 56,1 |

*-ilość dni pracy placówki z uwzględnieniem nieobecności dzieci w trakcie roku.

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| lp | Opis | Jednostka | Wartości dla budynku - stan istniejący | Wartości dla budynku - stan po modernizacji |
|----|--|-------------------|--|---|
| 1 | Ilość użytkowników L | osoby | 185 | 185 |
| 2 | Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw} | l/os | 8,0 | 8,0 |
| 3 | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$ | m ³ /h | 0,082 | 0,082 |
| 4 | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$ | - | 2,61 | 2,61 |
| 5 | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$ | GJ/m ³ | 0,57 | 0,57 |
| 6 | Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\acute{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$ | kW | 11,2 | 11,2 |
| 7 | Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\acute{s}r} = q_{cwumax} / N_h$ | kW | 4,3 | 4,3 |

Załącznik 3

Rysunki, elewacje i zdjęcia



Elewacje północno-wschodnia i północno-zachodnia



Elewacja północno-zachodnia



Elewacja południowo-wschodnia

Załącznik 4

Obliczenie mocy cieplnej systemu grzewczego oraz zużycia energii na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem wyznaczonego strumienia powietrza wentylacyjnego - wydruki komputerowe z programu Audytor OZC 6.7Pro.