

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY
O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

Budynek mieszkalny

ul. Chemiczna 12/I

kod: 41-200

miejsowość: Sosnowiec

województwo: śląskie

Wykonawca:

Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c.

| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | | | |
|---|---|---|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1. Rodzaj budynku | Budynek mieszkalny | 1.2. Rok budowy | 1900 |
| 1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL* | Spółdzielnia Mieszkaniowa "LOKUM" | 1.4 Adres budynku | |
| | ul. Chemiczna 12 41-200 Sosnowiec woj.: śląskie (32)363-24-95 | ul. Chemiczna 12/I 41-200 Sosnowiec powiat: Sosnowiec woj.: śląskie | |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt | | | |
| Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c. ul. Kurczaba 25 30-868 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 651 20 15 REGON 351620943 | | | |
| 3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis | | | |
| 1. | mgr inż. Magda OKULSKA ul. Warneńczyka 13/36 39-300 Mielec woj. podkarpackie PESEL 88041012426 | mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815 | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu | Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia) |
| 2. | mgr inż. Łukasz KOWALCZYK | sprawdzenie | mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158 |
| 3. | mgr inż. Łukasz KRUK | bilans ciepła | mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185 |
| | | | |
| 5. Miejscowość i data wykonania opracowania | | Kraków, 01.04.2016r. | |

| 6. | Spis treści | |
|-----|--|----|
| 1. | Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | 2 |
| 2. | Karta audytu energetycznego budynku | 4 |
| 3. | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora | 6 |
| 4. | Inwentaryzacja techniczno-budowlana | 7 |
| 5. | Ocena stanu technicznego budynku | 8 |
| 6. | Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego | 9 |
| 7. | Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 10 |
| 8. | Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 19 |
| 9. | Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 21 |
| 10. | Załączniki | 24 |

| 2. Karta audytu energetycznego budynku | | | | | |
|---|---|------------------------------|------|---------------------------|------|
| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | | Stan po termomodernizacji | |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | | tradycyjna | |
| 2. | Liczba kondygnacji | 3+piwnica | | 3+piwnica | |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m³] | 3045,0 | | 3045,0 | |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m²] | 1045,5 | | 1045,5 | |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m²] | 1015,0 | | 1015,0 | |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²] | 0,0 | | 0,0 | |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 22 | | 22 | |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 52 | | 52 | |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | indywidualny, etażowy | | centralny, węzeł cieplny | |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | indywidualny, etażowy | | centralny, węzeł cieplny | |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [l/m] | 0,75 | | 0,75 | |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | | | | |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)] | | | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne | 1,18 | | 1,18 | |
| | | 1,18 | | 1,18 | |
| 2. | Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 1,20 | | 0,19 | |
| 3. | Strop na piwnicą | 1,09 | | 0,25 | |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | - | | - | |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | 5,00 | 1,40 | 5,00 | 1,40 |
| | | 1,40 | 2,60 | 1,40 | 2,60 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | 2,00 | | 2,00 | |
| 7. | Inne | | | | |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,82 | | 0,99 | |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 1,00 | | 0,90 | |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,72 | | 0,87 | |
| 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 [-] | 0,87 | | 0,99 | |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,87 | | 0,70 | |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,75 | | 1,00 | |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | | 1,00 | |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | grawitacyjna | | grawitacyjna | |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka / kanały went. | | stolarka / kanały went. | |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h] | 3971,0 | | 3971,0 | |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 1,30 | | 1,30 | |

| 6. | Charakterystyka energetyczna budynku | | |
|---|--|---|-----------|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 107,196 | 86,267 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 9,365 | 6,137 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 844,31 | 593,43 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1430,06 | 765,55 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 221,49 | 145,15 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | brak danych | |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | brak danych | |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 231,065 | 162,406 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 391,370 | 209,510 |
| 10. | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,0 | 0,0 |
| 7. | Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | |
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ] | 43,39 | 38,94 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)] | 0,00 | 13931,28 |
| 3. | Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³] | 26,86 | 10,01 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)] | 0,00 | 13931,28 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)] | 8,79 | 3,63 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 3750,00 | 0,00 |
| 7. | Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c] | 157,76 | 0,00 |
| 8. | Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 301 662,44 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%] | 44,86% |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 301 662,44 | Premia termomodernizacyjna, [zł] | 48 265,99 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 74 051,71 | | |

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja budowlana przekazana przez Inwestora.
- Ankiety uzupełnione przez administrację obiektu.

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.6. PRO

3.3. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- Wzrost komfortu cieplnego.
- Obniżenie kosztów ogrzewania.

3.4. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Norma na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród - EN ISO 6946

Norma na obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

Norma na obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii - PN-EN ISO 13790

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Budynek mieszkalny, wielorodzinny zlokalizowany w Sosnowcu przy ul. Chemicznej 12/I to obiekt zrealizowany w technologii tradycyjnej, murowanej. Obiekt posiada 3 kondygnacje nadziemne i jest całkowicie podpiwniczony. Ilość klatek: 2.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne piwnic murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm z okładziną z kamienia. Ściany kondygnacji nadziemnych murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm. Budynek z zewnątrz nieotynkowany. Z uwagi na rok budowy obiektu elewacja objęta jest ochroną konserwatora zabytków.

Strop nad piwnicą typu Kleina, stropy międzykondygnacyjne drewniane. Strop pod dachem drewniany, o niewystarczającej izolacji termicznej. Dach dwuspadowy na konstrukcji drewnianej, kryty papą.

Okna zewnętrzne piwnic - stare, drewniane, pojedynczo szklone. Okna na klatkach nowe PCV w dobrym stanie technicznym. Okna w mieszkaniach sukcesywnie wymieniane przez lokatorów.

Drzwi zewnętrzne wejściowe aluminiowe, przeszklone z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek ogrzewany etażowo - mieszkania ogrzewane indywidualnie za pomocą pieców opalanych paliwem stałym (20 mieszkań) oraz elektrycznie (2 mieszkania).

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda użytkowa z indywidualnych podgrzewaczy elektrycznych (8 mieszkań) oraz podków kuchennych (węzownicy) zasilanych z pieców węglowych (14 mieszkań). Brak indywidualnego opomiarowania mieszkań.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna sprawna.

| 5. Ocena stanu technicznego budynku | | |
|-------------------------------------|---|--|
| l.p. | charakterystyka stanu istniejącego | możliwości i sposób poprawy |
| 1. | przegrody zewnętrzne | |
| | P1 Strop pod dachem U= 1,20 W/(m2K) | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,20 W/(m2K) |
| | P2 Strop nad piwnicą U= 1,09 W/(m2K) | Docieplenie stropu nad piwnicą pianką poliuretanową - technologia natryskowa. U=0,25 W/(m2K) |
| | P3 Ściana zewnętrzna U= 1,18 W/(m2K) | Ściana z cegły, nieotynkowana. Inwestor nie przewiduje ocieplenia. |
| 2. | okna i drzwi | |
| | Okna zewnętrzne piwnic - stare, drewniane, pojedynczo szklone. Okna na klatkach nowe PCV w dobrym stanie technicznym. Okna w mieszkaniach sukcesywnie wymieniane przez lokatorów. | Bez zmian. |
| | Drzwi zewnętrzne wejściowe aluminiowe, przeszklone z szybą zespoloną, w dobrym stanie technicznym. | Bez zmian. |
| 3. | wentylacja | |
| | Wentylacja grawitacyjna sprawna. | Bez zmian. |
| 4. | instalacja ciepłej wody użytkowej | |
| | Ciepła woda użytkowa z indywidualnych podgrzewaczy elektrycznych (8 mieszkań) oraz podków kuchennych (węzownicy) zasilanych z pieców węglowych (14 mieszkań). Brak indywidualnego opomiarowania mieszkań. | Zmiana systemu przygotowania c.w.u. z indywidualnego na centralny, zasilany z węzła ciepłego oraz doposażenie budynku w instalację c.w.u. wraz z indywidualnym opomiarowaniem mieszkań. |
| 5. | instalacja grzewcza | |
| | Budynek ogrzewany etażowo - mieszkania ogrzewane indywidualnie za pomocą pieców opalanych paliwem stałym (20 mieszkań) oraz elektrycznie (2 mieszkania). | Zmiana sposobu ogrzewania z indywidualnego na centralny system zasilany z węzła ciepłego. Kompleksowe wykonanie instalacji centralnego ogrzewania: budowa instalacji wraz z grzejnikami, montażem zaworów termostatycznych oraz powrotnych. Na pionach montaż zaworów równoważących, zaworów odcinających oraz automatycznych zaworów odpowietrzających. |

| 6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego | | |
|---|---|---|
| I.p. | rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | sposób realizacji |
| 1. | przegrody zewnętrzne | |
| | Zmniejszenie strat przez przenikanie. | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| | | Docieplenie stropu nad piwnicą pianką poliuretanową - technologia natryskowa. $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| 2. | okna i drzwi | |
| | Zmniejszenie strat przez przenikanie. | Bez zmian. |
| 3. | wentylacja | |
| | Wentylacja grawitacyjna sprawna. | Bez zmian. |
| 4. | instalacja ciepłej wody użytkowej | |
| | Ciepła woda użytkowa z indywidualnych podgrzewaczy elektrycznych (8 mieszkań) oraz podków kuchennych (węzownicy) zasilanych z pieców węglowych (14 mieszkań). Brak indywidualnego opomiarowania mieszkań. | Zmiana systemu przygotowania c.w.u. z indywidualnego na centralny, zasilany z węzła cieplnego oraz doposażenie budynku w instalację c.w.u. wraz z indywidualnym opomiarowaniem mieszkań. |
| 5. | instalacja grzewcza | |
| | Budynek ogrzewany etażowo - mieszkania ogrzewane indywidualnie za pomocą pieców opalanych paliwem stałym (20 mieszkań) oraz elektrycznie (2 mieszkania). | Zmiana sposobu ogrzewania z indywidualnego na centralny system zasilany z węzła cieplnego. Kompleksowe wykonanie instalacji centralnego ogrzewania: budowa instalacji wraz z grzejnikami, montażem zaworów termostatycznych oraz powrotnych. Na pionach montaż zaworów równoważących, zaworów odcinających oraz automatycznych zaworów odpowietrzających. |

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

| | symbol | przed termomodernizacją | po termomodernizacji |
|---|------------------|-------------------------|----------------------|
| obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C] | t_{wo} | 20,0 | 20,0 |
| obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C] | t_{zo} | -20,0 | -20,0 |
| opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ] | O_{0z}, O_{1z} | 43,39 | 38,94 |
| stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)] | O_{0m}, O_{1m} | 0,00 | 13931,28 |
| miesięczna opłata abonamentowa, [zł] | Ab_0, Ab_1 | 3750,00 | 0,00 |
| udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego | x_0, x_1 | 1 | 1 |
| udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego | y_0, y_1 | 1 | 1 |

| 7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | STRPD | |
|---|----------------------------------|--------|--|-----------------------------------|----------|
| | | | Strop pod dachem | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody | U [W/(m²·K)] | 1,20 | Materiał izolacyjny | wełna mineralna | |
| Całkowity opór cieplny przegrody | R [(m²·K)/W] | 0,83 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 531,76 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] | 206,179 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m²] | 513,61 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] | 0,025503 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień·K/rok] | 3742,8 | | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{ru} | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------|
| | cm | m ² ×K/W | m ² ×K/W | W/m ² ×K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 14 | 4,33 | 3,50 | 0,23 | 0,004908 | 39,677 | 39034,36 | 7224,56 | 5,40 |
| | 16 | 4,83 | 4,00 | 0,21 | 0,004400 | 35,573 | 41088,80 | 7402,62 | 5,55 |
| | 18 | 5,33 | 4,50 | 0,19 | 0,003988 | 32,238 | 43143,24 | 7547,31 | 5,72 |
| | 20 | 5,83 | 5,00 | 0,17 | 0,003646 | 29,475 | 45197,68 | 7667,19 | 5,89 |
| | 22 | 6,33 | 5,50 | 0,16 | 0,003358 | 27,149 | 47252,12 | 7768,15 | 6,08 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{ru} | SPBT |
|--|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------|
| | cm | m ² ×K/W | m ² ×K/W | W/m ² ×K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 18 | 5,33 | 4,50 | 0,19 | 0,003988 | 32,238 | 43143,24 | 7547,31 | 5,72 |

| 7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | STRPIW | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | Strop nad piwnicą | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody | U [W/(m²·K)] | 1,09 | Materiał izolacyjny | pianka PUR l=0,038 W/(mK) | |
| Całkowity opór cieplny przegrody | R [(m²·K)/W] | 0,92 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,038 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 498,50 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 50,460 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 481,49 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,021655 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień·K/rok] | 1078,8 | | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{ru} | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 10 | 3,55 | 2,63 | 0,28 | 0,005613 | 13,080 | 36111,75 | 1621,94 | 22,26 |
| | 11 | 3,82 | 2,89 | 0,26 | 0,005226 | 12,178 | 37315,48 | 1661,08 | 22,46 |
| | 12 | 4,08 | 3,16 | 0,25 | 0,004889 | 11,392 | 38519,20 | 1695,18 | 22,72 |
| | 13 | 4,34 | 3,42 | 0,23 | 0,004592 | 10,701 | 39722,93 | 1725,13 | 23,03 |
| | 14 | 4,61 | 3,68 | 0,22 | 0,004330 | 10,090 | 40926,65 | 1751,67 | 23,36 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{ru} | SPBT |
|--|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 12 | 4,08 | 3,16 | 0,25 | 0,004889 | 11,392 | 38519,20 | 1695,18 | 22,72 |

7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

| opis | jednostka | stan przed modernizacją | stan po modernizacji |
|--|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| ciepło właściwe wody, c_w | kJ/kg*K | 4,19 | 4,19 |
| gęstość wody, ρ_w | kg/dm ³ | 1 | 1 |
| współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., k_R | - | 0,9 | 0,9 |
| powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, A_f | m ² | 1 015 | 1 015 |
| jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi} | dm ³ /m ² *doba | 2,00 | 1,60 |
| ilość osób, Li | os | 52 | 52 |
| temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_w | °C | 55 | 55 |
| temperatura wody zimnej, θ_0 | °C | 10 | 10 |
| czas użytkowania, t_R | doba | 365 | 365 |
| roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,rd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/*3600$ | kWh/rok | 34 926,5 | 27 941,2 |
| sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$ | - | 0,87 | 0,99 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$ | - | 0,87 | 0,70 |
| sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$ | - | 0,75 | 1,00 |
| sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$ | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$ | - | 0,57 | 0,69 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$ | kWh/rok | 61 525,57 | 40 319,23 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$ | GJ/rok | 221,49 | 145,15 |
| średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\bar{s}r}=(A_f*V_{cw})/(18*1000)$ | m ³ /h | 0,11 | 0,09 |
| współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$ | - | 3,55 | 3,55 |
| zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R/\eta_{w,tot}/10^6$ | GJ/m ³ | 0,30 | 0,24 |
| maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\bar{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$ | kW | 33,28 | 21,81 |
| średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\bar{s}r}=q_{cwu}^{max}/N_h$ | kW | 9,36 | 6,14 |
| koszty zmienne c.w.u. | zł/GJ | 72,32 | 38,94 |
| koszty stałe c.w.u. | zł/MW*mc | 0,00 | 13 931,28 |
| abonament c.w.u. | zł/mc | 157,76 | 0,00 |
| koszty wytworzenia c.w.u. | zł/rok | 17 911,43 | 6 678,04 |

7.3.1. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego dotyczącego przygotowania ciepłej wody użytkowej

| | usprawienie termomodernizacyjne | N_{cw} zł | ΔO_{rcw} zł/rok | SPBT lata |
|--|--|----------------|----------------------------|--------------|
| | Kompleksowe wykonanie instalacji c.w.u. wraz z opomiarowaniem | 44 000,00 | 11 233,38 | 3,9 |

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|--|-----------------------------|-------------|
| CWU | 44 000,00 | 3,9 |
| Strop pod dachem | 43 143,24 | 5,7 |
| Strop nad piwnicą | 38 519,20 | 22,7 |

7.5. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.

| współczynniki sprawności w stanie istniejącym | symbol | wartość |
|--|-------------------------------|---------|
| sprawność wytwarzania ciepła | η_g | 0,82 |
| sprawność przesyłania ciepła | η_d | 1,00 |
| sprawność regulacji i wykorzystania ciepła | η_e | 0,72 |
| sprawność akumulacji ciepła | η_s | 1,00 |
| Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia | w_t | 1,00 |
| Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d | 1,00 |
| sprawność całkowita systemu grzewczego | $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$ | 0,59 |

7.5.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

| L.p. | opis wariantu | $\eta_w \eta_p \eta_r \eta_e$ | w_t | w_d | SZE | ΔO_{roo} | N_{co} | SPBT |
|------|---|-------------------------------|-------|-------|--------|------------------|------------|------|
| | | - | - | - | GJ/rok | zł/rok | zł | lata |
| 1 | stan istniejący | 0,59 | 1,00 | 1,00 | 844,31 | - | - | - |
| 2 | Zmiana sposobu ogrzewania z indywidualnego na centralny system zasilany z węzła cieplnego. Kompleksowe wykonanie instalacji centralnego ogrzewania: budowa instalacji wraz z grzejnikami, montażem zaworów termostatycznych oraz powrotnych. Na pionach montaż zaworów równoważących, zaworów odcinających oraz automatycznych zaworów odpowietrzających. | 0,78 | 1,00 | 1,00 | 844,31 | 46 716,77 | 176 000,00 | 3,8 |

| 7.5.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania. | | | | |
|--|---|---|------|--------|
| L.p. | Rodzaj usprawnień | Zmiana wartości współczynników sprawności | | |
| 1 | Wytwarzanie ciepła | $\eta_g =$ | 0,82 | → 0,99 |
| | montaż kompaktowego węzła cieplnego | | | |
| 2 | Przesyłanie ciepła ze źródła do przestrzeni ogrzewanej | $\eta_d =$ | 1,00 | → 0,90 |
| | zmiana systemu ogrzewania z etażowego na centralny z lokalnego źródła ciepła | | | |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie ciepła | $\eta_e =$ | 0,72 | → 0,87 |
| | budowa instalacji c.o., zastosowanie zaworów termostatycznych, odcinających, regulacyjnych zaworów podpionowych i odpowietrzających | | | |
| 4 | Akumulacja ciepła | $\eta_s =$ | 1,00 | → 1,00 |
| | bez zmian | | | |
| 5 | Przerwy w czasie tygodnia | $w_t =$ | 1,00 | → 1,00 |
| | bez zmian | | | |
| 6 | Przerwy w czasie doby | $w_d =$ | 1,00 | → 1,00 |
| | bez zmian | | | |
| Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$ | | $\eta_{\text{całk}}$ | 0,59 | → 0,78 |

7.5.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

| | Zapotrzebowanie mocy, MW | Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a |
|----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| STAN ISTNIEJĄCY | 0,1072 | 844,31 |
| Wariant | | |
| w3 CWU | 0,1072 | 844,31 |
| w2 Strop pod dachem | 0,0908 | 650,52 |
| w1 Strop nad piwnicą | 0,0863 | 593,43 |

8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

| | | | | |
|--------------|-----|------------------|-------------------|-----------------|
| WARIANT 4 | | | | + |
| WARIANT 3 | + | | | + |
| WARIANT 2 | + | + | | + |
| WARIANT 1 | + | + | + | + |
| | CWU | Strop pod dachem | Strop nad piwnicą | System grzewczy |

8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite, [zł] | Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok] | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%] | Optymalna kwota kredytu, [zł] | Premia termomodernizacyjna | | |
|-----|---|----------------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| | | | | | | 20% kredytu, [zł] | 16% kosztów całkowitych, [zł] | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii, [zł] |
| 1 | WARIANT 1 | 301 662,44 | 74 051,71 | 44,86% | 301 662,44 | 60 332,49 | 48 265,99 | 148 103,42 |
| 2 | WARIANT 2 | 263 143,24 | 70 420,86 | 40,40% | 263 143,24 | 52 628,65 | 42 102,92 | 140 841,71 |
| 3 | WARIANT 3 | 220 000,00 | 57 950,16 | 25,26% | 220 000,00 | 44 000,00 | 35 200,00 | 115 900,31 |
| 4 | WARIANT 4 | 176 000,00 | 46 716,77 | 20,64% | 176 000,00 | 35 200,00 | 28 160,00 | 93 433,55 |

9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

| | |
|---|---------------|
| 1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie: | 44,9% |
| 2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi: | 301 662,44 zł |
| 3. Wielkość środków własnych inwestora spełnia jego oczekiwania i wynosi: | 0,00 zł |
| 4. Wysokość premii termomodernizacyjnej | 48 265,99 zł |

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040$ W/(mK).

2. Docieplić strop na piwnicę pianką poliuretanową o grubości 12 cm. Metoda natryskowa. Współczynnik przewodzenia ciepła pianki PUR $\lambda=0,038$ W/(mK).

3. Zdemontować istniejące źródła ciepła. Kompleksowo wykonać instalację centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami. Zamontować zawory termostatyczne, równoważące, odcinające i automatyczne zawory odpowietrzające na pionach. Podłączyć instalację do kompaktowego węzła cieplnego.

4. Kompleksowo wykonać instalację ciepłej wody użytkowej, zastosować indywidualne opomiarowanie mieszkań. Zmienić system przygotowania ciepłej wody z indywidualnego na centralny, zasilany z miejskiej sieci ciepłowniczej.

Koszty wykonania audytu energetycznego i projektu termomodernizacji zostały uwzględnione w całkowitych kosztach robót.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Modernizacja systemu grzewczego

| OPIS | | | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|--|--|----------------------|
| Demontaż pieców, budowa wewnętrznej instalacji c.o. wraz z montażem grzejników, zaworów termostatycznych, równoważących, odcinających i automatycznych odpowietrzników na pionach. | | | 176 000,00 |
| RAZEM | | | 176 000,00 |

Zakres: Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody

| OPIS | | | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|---|--|--|----------------------|
| Kompleksowe wykonanie instalacji c.w.u. wraz z opomiarowaniem | | | 44 000,00 |
| RAZEM | | | 44 000,00 |

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)

| OPIS | POWIERZCHNIA, m2 | CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2 | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|---|------------------|-------------------------|----------------------|
| Przegroda 1 STRPD Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 18 cm | 513,61 | 84,00 | 43 143,24 |
| Przegroda 2 STRPIW Ocieplenie stropu nad piwnicą poprzez natrysk pianki poliuretanowej. Grubość izolacji: 12 cm | 481,49 | 80,00 | 38 519,20 |
| RAZEM | | | 81 662,44 |

10. Załączniki

10.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

| PRZEGRODA | SKRÓT Z OZC | NAZWA | WSP. U, W/m ² K | POWIERZCHNIA, m ² |
|-------------|-------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Przegroda 1 | STRPD | Strop pod dachem | 1,20 | 513,61 |
| Przegroda 2 | STRPIW | Strop nad piwnicą | 1,09 | 481,49 |
| Przegroda 3 | SZ | Ściana zewnętrzna | 1,18 | 851,04 |
| Przegroda 4 | SZPIW | Ściana zewnętrzna piwnicy | 1,18 | 86,97 |
| Okno 1 | OZPIW | Okno zewnętrzne piwnicy | 5,00 | 8,96 |
| Okno 2 | OZKL | Okno zewnętrzne klatek | 1,40 | 7,78 |
| Okno 3 | OZN | Okno zewnętrzne nowe | 1,40 | 112,88 |
| Okno 4 | OZS | Okno zewnętrzne stare | 2,60 | 37,63 |
| Drzwi 1 | DZ | Drzwi zewnętrzne | 2,00 | 5,82 |

10.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

| | pomieszczenie | ilość | m ³ /h | m ³ /h |
|------|-----------------|---------|-------------------|-------------------|
| | Łazienka | 22 | 50 | 1100 |
| | Kuchnia | 22 | 70 | 1540 |
| | Oddzielne wc | 5 | 30 | 150 |
| | Klatki schodowe | 836,40 | 1 wym/h | 836,4 |
| | Piwnice | 1148,60 | 0,3 wym/h | 344,6 |
| suma | | | Ψ= | 3971,0 |













10.3. Załącznik nr 3 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

| | | |
|--|--|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Miejscowość: | Sosnowiec | |
| Adres: | ul. Chemiczna 12/I - stan przed modernizacją | |
| Projektant: | | |
| | | |
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego: | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 | |
| | | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | III | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e : | -20 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,6 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1015,0 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3045,0 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 78207 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 28989 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 107196 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 107196 | W |
| | | |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 3399,0 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 844,31 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 234532 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1015 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3045,0 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 831,8 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 231,1 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 277,3 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 77,0 | kWh/(m ³ ·rok) |

Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

| Miesiąc | $T_{em,m}$ | Q_D | Q_{iw} | Q_g | Q_{ve} | $\eta_{H,gn}$ | Q_{sol} | Q_{int} | $Q_{H,nd}$ | $H_{tr,adj}$ | $H_{ve,adj}$ |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|---------------|-----------|-----------|------------|--------------|--------------|
| | °C | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | W/K | W/K |
| Styczeń | -1,9 | 61,97 | 63,71 | 0,00 | 67,95 | 0,985 | 8,49 | 30,18 | 155,53 | 2142,5 | 1158,4 |
| Luty | -2,4 | 57,25 | 58,66 | 0,00 | 69,50 | 0,985 | 10,47 | 27,26 | 148,26 | 2138,8 | 1158,4 |
| Marzec | 3,0 | 48,10 | 51,75 | 0,00 | 52,75 | 0,960 | 17,36 | 30,18 | 106,96 | 2193,0 | 1158,4 |
| Kwiecień | 8,2 | 32,31 | 37,76 | 0,00 | 36,61 | 0,892 | 25,48 | 29,20 | 57,90 | 2290,9 | 1158,4 |
| Maj | 13,4 | 18,67 | 26,26 | 0,00 | 20,48 | 0,703 | 34,52 | 30,18 | 19,95 | 2542,0 | 1158,4 |
| Czerwiec | 16,0 | 10,95 | 19,20 | 0,00 | 12,41 | 0,545 | 34,05 | 29,20 | 8,10 | 2908,7 | 1158,4 |
| Lipiec | 17,8 | 6,22 | 15,40 | 0,00 | 6,83 | 0,384 | 35,32 | 30,18 | 3,27 | 3670,0 | 1158,4 |
| Sierpień | 17,7 | 6,51 | 15,63 | 0,00 | 7,14 | 0,421 | 30,04 | 30,18 | 3,92 | 3593,2 | 1158,4 |
| Wrzesień | 13,0 | 19,17 | 26,23 | 0,00 | 21,72 | 0,773 | 24,61 | 29,20 | 25,52 | 2502,0 | 1158,4 |
| Październik | 9,3 | 30,28 | 36,18 | 0,00 | 33,20 | 0,904 | 17,46 | 30,18 | 56,60 | 2318,9 | 1158,4 |
| Listopad | 4,2 | 43,26 | 47,12 | 0,00 | 49,02 | 0,968 | 9,74 | 29,20 | 101,71 | 2207,0 | 1158,4 |
| Grudzień | -2,0 | 62,25 | 63,89 | 0,00 | 68,26 | 0,986 | 8,18 | 30,18 | 156,59 | 2140,6 | 1158,4 |
| W sezonie | 8,1 | 396,94 | 461,79 | 0,00 | 445,85 | 0,753 | 255,70 | 355,30 | 844,31 | 2285,4 | 1158,4 |













Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A |
|--|---------------------------|---------------------|----------------|
| | | W/m ² ·K | m ² |
|  DZ | Drzwi zewnętrzne | 2,000 | 5,82 |
|  OZKL | Okno zewnętrzne klatek | 1,400 | 7,78 |
|  OZN | Okno zewnętrzne nowe | 1,400 | 112,88 |
|  OZPIW | Okno zewnętrzne piwnicy | 5,000 | 8,96 |
|  OZS | Okno zewnętrzne stare | 2,600 | 37,63 |
|  PGPIW | Podłoga na gruncie | 0,411 | 531,76 |
|  SG | Ściana przy gruncie | 0,723 | 164,06 |
|  STRPD | Strop pod dachem | 1,199 | 531,76 |
|  STRPIW | Strop nad piwnicą | 1,086 | 498,50 |
|  SW | Ściana wewnętrzna | 1,043 | 627,66 |
|  SZ | Ściana zewnętrzna | 1,176 | 851,04 |
|  SZPIW | Ściana zewnętrzna piwnicy | 1,176 | 86,97 |

Wyniki - Przegrody

| Symbol | D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|--|---------------------|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| | m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
|  PGPIW | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,80 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m | | | | | | |
|  BET-CHUDY | 0,0500 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,048 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  BET-CHUDY | 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
|  GRUZOBETON | 0,1000 | Gruzobeton. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,100 |
|  GRUNT-BUD | 0,3000 | Grunt rodzimy pod budynkiem. | 1,740 | 1800 | 0,840 | 0,172 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,432 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,411 |
| | | | | | | |
|  SG | Ściana przy gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PGPIW | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,686 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,384 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,723 |
| | | | | | | |
|  STRPD | Strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  SOSNA | 0,0300 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,188 |
|  TRZCINA | 0,0300 | Płyty z trzciny. | 0,070 | 250 | 1,460 | 0,429 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,100 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,834 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,199 |
| | | | | | | |
|  STRPIW | Strop nad piwnicą | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  BUK | 0,0200 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | 2,510 | 0,091 |
|  TYNK-CEM | 0,0300 | Tynk lub gładź cementowa. | 1,000 | 2000 | 0,840 | 0,030 |
|  PAPA-ASF | 0,0010 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,006 |
|  PŁYT-PIL-T | 0,0200 | Płyty pilśniowe twarde. | 0,180 | 1000 | 2,510 | 0,111 |

Wyniki - Przegrody













| Symbol | D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|--|---------------------------|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| | m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,2500 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,325 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,170 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,170 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,92 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,086 |
| | | | | | | |
|  SW | Ściana wewnętrzna | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,959 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,043 |
| | | | | | | |
|  SZ | Ściana zewnętrzna | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,176 |
| | | | | | | |
|  SZPIW | Ściana zewnętrzna piwnicy | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,176 |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Miejscowość: | Sosnowiec | |
| Adres: | ul. Chemiczna 12/I - stan po modernizacji | |
| Projektant: | | |
| | | |
| Normy: | | |
| Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła: | PN-EN ISO 6946 | |
| Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego: | PN-EN 12831:2006 | |
| Norma na obliczanie E: | PN-EN ISO 13790 | |
| | | |
| Dane klimatyczne: | | |
| Strefa klimatyczna: | III | |
| Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e : | -20 | °C |
| Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$: | 7,6 | °C |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1015,0 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3045,0 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 57278 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 28989 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 86267 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 86267 | W |
| | | |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Katowice | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 3399,0 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 593,43 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 164842 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1015 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3045,0 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 584,7 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 162,4 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 194,9 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 54,1 | kWh/(m ³ ·rok) |









Wyniki - Bilans zapotrzebowania na energię na ogrzewanie wg normy PN-EN ISO 13790

| Miesiąc | $T_{em,m}$ | Q_D | Q_{iw} | Q_g | Q_{ve} | $\eta_{H,gn}$ | Q_{sol} | Q_{int} | $Q_{H,nd}$ | $H_{tr,adj}$ | $H_{ve,adj}$ |
|-------------|------------|--------|----------|--------|----------|---------------|-----------|-----------|------------|--------------|--------------|
| | °C | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | | GJ/rok | GJ/rok | GJ/rok | W/K | W/K |
| Styczeń | -1,9 | 61,97 | 25,54 | 0,00 | 67,95 | 0,986 | 8,38 | 30,18 | 117,45 | 1491,8 | 1158,4 |
| Luty | -2,4 | 57,25 | 23,55 | 0,00 | 69,50 | 0,985 | 10,35 | 27,26 | 113,24 | 1491,0 | 1158,4 |
| Marzec | 3,0 | 48,10 | 20,39 | 0,00 | 52,75 | 0,957 | 17,07 | 30,18 | 76,04 | 1504,1 | 1158,4 |
| Kwiecień | 8,2 | 32,31 | 14,41 | 0,00 | 36,61 | 0,871 | 25,10 | 29,20 | 36,06 | 1527,7 | 1158,4 |
| Maj | 13,4 | 18,67 | 9,40 | 0,00 | 20,48 | 0,626 | 34,02 | 30,18 | 8,35 | 1588,0 | 1158,4 |
| Czerwiec | 16,0 | 10,95 | 6,42 | 0,00 | 12,41 | 0,440 | 33,45 | 29,20 | 2,20 | 1675,9 | 1158,4 |
| Lipiec | 17,8 | 6,22 | 4,72 | 0,00 | 6,83 | 0,267 | 34,74 | 30,18 | 0,44 | 1858,0 | 1158,4 |
| Sierpień | 17,7 | 6,51 | 4,82 | 0,00 | 7,14 | 0,299 | 29,56 | 30,18 | 0,59 | 1839,4 | 1158,4 |
| Wrzesień | 13,0 | 19,17 | 9,46 | 0,00 | 21,72 | 0,713 | 24,26 | 29,20 | 12,20 | 1577,6 | 1158,4 |
| Październik | 9,3 | 30,28 | 13,68 | 0,00 | 33,20 | 0,884 | 17,26 | 30,18 | 35,23 | 1533,9 | 1158,4 |
| Listopad | 4,2 | 43,26 | 18,46 | 0,00 | 49,02 | 0,966 | 9,63 | 29,20 | 73,24 | 1507,3 | 1158,4 |
| Grudzień | -2,0 | 62,25 | 25,63 | 0,00 | 68,26 | 0,986 | 8,09 | 30,18 | 118,40 | 1491,4 | 1158,4 |
| W sezonie | 8,1 | 396,94 | 176,49 | 0,00 | 445,85 | 0,701 | 251,90 | 355,30 | 593,43 | 1526,1 | 1158,4 |















Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A |
|--|---------------------------|---------------------|----------------|
| | | W/m ² ·K | m ² |
|  DZ | Drzwi zewnętrzne | 2,000 | 5,82 |
|  OZKL | Okno zewnętrzne klatek | 1,400 | 7,78 |
|  OZN | Okno zewnętrzne nowe | 1,400 | 112,88 |
|  OZPIW | Okno zewnętrzne piwnicy | 5,000 | 8,96 |
|  OZS | Okno zewnętrzne stare | 2,600 | 37,63 |
|  PGPIW | Podłoga na gruncie | 0,411 | 531,76 |
|  SG | Ściana przy gruncie | 0,723 | 164,06 |
|  STRPD | Strop pod dachem | 0,187 | 531,76 |
|  STRPIW | Strop nad piwnicą | 0,245 | 498,50 |
|  SW | Ściana wewnętrzna | 1,043 | 627,66 |
|  SZ | Ściana zewnętrzna | 1,176 | 851,04 |
|  SZPIW | Ściana zewnętrzna piwnicy | 1,176 | 86,97 |

Wyniki - Przegrody

| Symbol | D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|--|---------------------|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| | m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
|  PGPIW | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,80 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m | | | | | | |
|  BET-CHUDY | 0,0500 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,048 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  BET-CHUDY | 0,1000 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,095 |
|  GRUZOBETON | 0,1000 | Gruzobeton. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,100 |
|  GRUNT-BUD | 0,3000 | Grunt rodzimy pod budynkiem. | 1,740 | 1800 | 0,840 | 0,172 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,000 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,432 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,411 |
| | | | | | | |
|  SG | Ściana przy gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PGPIW | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,20 m | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,686 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,384 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,723 |
| | | | | | | |
|  STRPD | Strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  WEŁNA0,04 | 0,1800 | Wełna mineralna | 0,040 | 70 | 0,750 | 4,500 |
|  SOSNA | 0,0300 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,188 |
|  TRZCINA | 0,0300 | Płyty z trzciny. | 0,070 | 250 | 1,460 | 0,429 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,100 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,100 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 5,334 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,187 |
| | | | | | | |
|  STRPIW | Strop nad piwnicą | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  BUK | 0,0200 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | 2,510 | 0,091 |
|  TYNK-CEM | 0,0300 | Tynk lub gładź cementowa. | 1,000 | 2000 | 0,840 | 0,030 |
|  PAPA-ASF | 0,0010 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,006 |

Wyniki - Przegrody

| Symbol | D | Opis materiału | λ | ρ | c_p | R |
|--|---------------------------|--|-----------|-------------------|-----------|---------------------|
| | m | | W/(m·K) | kg/m ³ | kJ/(kg·K) | m ² ·K/W |
|  PŁYT-PIL-T | 0,0200 | Płyty pilśniowe twarde. | 0,180 | 1000 | 2,510 | 0,111 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,2500 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,325 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  PIAN_PUR | 0,1200 | Pianka poliuretanowa | 0,038 | 40 | 1,460 | 3,158 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,170 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,170 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 4,078 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,245 |
| | | | | | | |
|  SW | Ściana wewnętrzna | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,959 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,043 |
| | | | | | | |
|  SZ | Ściana zewnętrzna | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,176 |
| | | | | | | |
|  SZPIW | Ściana zewnętrzna piwnicy | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,5100 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,662 |
| Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,130 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,851 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,176 |