

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Miejskie Przedszkole nr 2

ul. Piłsudskiego 32

58-500 Jelenia Góra

województwo: dolnośląskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.
ul. Mogilska 25
31-542 Kraków
www.espin.pl



| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | | | |
|---|---|--|---|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1. Rodzaj budynku | użyteczności publicznej | | 1.2. Rok budowy 1900 |
| 1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL* | Miasto Jelenia Góra | 1.4 Adres budynku | |
| | Plac Ratuszowy 58 58-500 Jelenia Góra woj.: dolnośląskie 75 75 46 353 | ul. Piłsudskiego 32 58-500 Jelenia Góra powiat: jeleniogórski woj.: dolnośląskie | |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt | | | |
| E-SPIN s.c. ul. Mogilska 25 31-542 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 341 59 16 REGON 120559958 | | | |
| 3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis | | | |
| 1. | mgr inż. Łukasz KRUK Smardzowice 59B 32-077 Smardzowice woj. małopolskie PESEL 78101506811 | mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185 | |
| 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. Magda OKULSKA | wykonanie bilansu ciepła | mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815 |
| 3. | mgr inż. Łukasz KOWALCZYK | sprawdzenie | mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158 |
| | | | |
| 5. Miejscowość i data wykonania opracowania | | Kraków, 14.01.2016r. | |

| 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 | 23 |
| 9. | Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 25 |
| 10. | Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji | 26 |
| 11. | Załączniki | 29 |

| 2. Karta audytu energetycznego budynku | | | | |
|---|---|------------------------------|------|---------------------------|
| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | | tradycyjna |
| 2. | Liczba kondygnacji | 4+piwnice | | 4+piwnice |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m³] | 3005,2 | | 3005,2 |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m²] | 1082,5 | | 1082,5 |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m²] | 0,0 | | 0,0 |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²] | 1056,1 | | 1056,1 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 202 | | 202 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | centralny, węzeł ciepły | | centralny, węzeł ciepły |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | centralny, węzeł ciepły | | centralny, węzeł ciepły |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [l/m] | 0,66 | | 0,66 |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | | | |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)] | | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne | 0,99 0,91 | 0,99 | 0,20 0,26 0,85 |
| 2. | Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 1,05 1,09 | | 0,17 0,17 |
| 3. | Strop na piwnicą | | | |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | 0,38 | | 0,38 |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | 2,60 1,60 | | 1,10 1,60 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | 3,50 | | 1,50 |
| 7. | Inne | | | |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,93 | | 0,93 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,96 | | 0,96 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,76 | | 0,87 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-] | 0,85 | | 0,85 |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-] | 0,95 | | 0,95 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,93 | | 0,93 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,70 | | 0,70 |
| 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) | grawitacyjna | | grawitacyjna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka / kanały went. | | stolarka / kanały went. |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h] | 3823,0 | | 3005,2 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 1,27 | | 1,00 |

| 6. | Charakterystyka energetyczna budynku | | |
|---|--|---|-----------|
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 102,900 | 70,159 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 11,225 | 11,225 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 497,92 | 184,02 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 592,56 | 191,31 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 57,79 | 57,79 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | 595,98 *zużycie łączne c.o.+c.w.u | |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | j.w. | |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 130,964 | 48,401 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 155,857 | 50,318 |
| 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] | 51,09 | 51,09 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)] | 10812,60 | 10812,60 |
| 3. | Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³] | 20,77 | 20,77 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)] | 10812,60 | 10812,60 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)] | 3,44 | 1,49 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 8. | Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 481 663,64 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%] | 61,70% |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 566 663,11 | Premia termomodernizacyjna, [zł] | 49 496,54 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 24 748,27 | | |

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

3.1. Materiały wykorzystane do sporządzenia opracowania

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej,
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo.

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.6 PRO

3.3. Osoby udzielające informacji:

Dyrekcja obiektu

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery,
- wzrost efektywności energetycznej.

3.5. Wizja lokalna przeprowadzona w dniu: 06.10.2015r.

3.6. Maksymalny deklarowany udział środków własnych Inwestora wynosi 15%.

3.7. 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

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

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

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 Przedszkola nr 2 to obiekt zrealizowany w technologii tradycyjnej. Wybudowany w 1900 roku. Obiekt o czterech kondygnacjach nadziemnych, częściowo podpiwniczony. Budynek znajduje się pod ochroną konserwatora zabytków.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne budynku wykonane z cegły ceramicznej pełnej o zróżnicowanej grubości 51 - 71 cm. Ściany zewnętrzne obustronnie tynkowane.

Dach wielospadowy na konstrukcji drewnianej kryty dachówka ceramiczną. Strop nad ostatnią kondygnacją drewniany o niewystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV z szybą zespoloną. Pozostałe okna drewniane w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne drewniane, przeszklone w złym stanie technicznym.

4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Obiekt zasilany w ciepło zdalaczynnie. Węzeł cieplny z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda przygotowywana w węźle. Instalacja rozprowadzająca stalowa.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.

| 5. Ocena stanu technicznego budynku | | |
|-------------------------------------|--|--|
| l.p. | charakterystyka stanu istniejącego | możliwości i sposób poprawy |
| 1. | przegrody zewnętrzne | |
| | P1 strop pod dachem U= 1,05 W/(m ² K) | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,18 W/(m ² K) |
| | P2 dach U= 1,09 W/(m ² K) | Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,18 W/(m ² K) |
| | P3 ściana zewnętrzna tył U= 0,99 W/(m ² K) | Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem (lambda 0,031 W/mK) - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m ² K) |
| | P4 ściana zewnętrzna piwnic U= 0,91 W/(m ² K) | Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,45 W/(m ² K) |
| | P5 ściana zewnętrzna front, bok U= 0,99 W/(m ² K) | Docieplenie ściany frontowej i bocznej tynkiem termoizolacyjnym |
| 2. | okna i drzwi | |
| | Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV z szybą zespoloną. Pozostałe okna drewniane w złym stanie technicznym. | Wymiana starych okien na nowe wraz z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne WT2017. |
| | Drzwi zewnętrzne drewniane, przeszklone w złym stanie technicznym. | Wymiana starych drzwi na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. |
| 3. | wentylacja | |
| | Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową. | Wymiana starych okien wraz z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. |
| 4. | instalacja ciepłej wody użytkowej | |
| | Ciepła woda przygotowywana w węźle. Instalacja rozprowadzająca stalowa. | Bez zmian. |
| 5. | instalacja grzewcza | |
| | Obiekt zasilany w ciepło zdalaczynnie. Węzeł cieplny z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. | Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających i równoważących oraz automatycznych odpowietrzników na pionach. |

| 6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego | | |
|---|--|--|
| I.p. | rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | sposób realizacji |
| 1. | Zmniejszenie strat przez przenikanie. | przegrody zewnętrzne |
| | | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| | | Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| | | Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem ($\lambda 0,031 \text{ W/mK}$) - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| | | Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. $U=0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ |
| | | Docieplenie ściany frontowej i bocznej tynkiem termoizolacyjnym |
| 2. | Zmniejszenie strat przez przenikanie. | okna i drzwi |
| | | Wymiana starych okien wraz z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. |
| 3. | Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową. | wentylacja |
| | | Wymiana starych okien wraz z nawiewnikami powietrza i drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. |
| 4. | Obiekt zasilany w ciepło zdalaczynnie. Węzeł cieplny z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa z grzejnikami żeliwnymi o dużej bezwładności cieplnej. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych. | instalacja grzewcza |
| | | Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających i równoważących oraz automatycznych odpowietrzników na pionach. |

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} | 18,38 | 18,38 |
| obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C] | t_{zo} | -20,00 | -20,00 |
| opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ] | O_{0z}, O_{1z} | 51,09 | 51,09 |
| stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)] | O_{0m}, O_{1m} | 10812,60 | 10812,60 |
| miesięczna opłata abonamentowa, [zł] | Ab_0, Ab_1 | 0,00 | 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): | STR | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | strop pod dachem | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m²K)] | 1,05 | Materiał izolacyjny | wełna mineralna | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m²×K)/W] | 0,95 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 264,00 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 80,435 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 238,27 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,010649 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień×K/rok] | 3355,3 | | | |

| 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 |
| | 16 | 4,95 | 4,00 | 0,20 | 0,002046 | 15,456 | 19061,60 | 4435,99 | 4,30 |
| | 18 | 5,45 | 4,50 | 0,18 | 0,001859 | 14,039 | 20014,68 | 4532,77 | 4,42 |
| | 20 | 5,95 | 5,00 | 0,17 | 0,001702 | 12,859 | 20967,76 | 4613,28 | 4,55 |
| | 22 | 6,45 | 5,50 | 0,16 | 0,001571 | 11,863 | 21920,84 | 4681,32 | 4,68 |
| | 24 | 6,95 | 6,00 | 0,14 | 0,001458 | 11,009 | 22873,92 | 4739,57 | 4,83 |

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 |
| | 20 | 5,95 | 5,00 | 0,17 | 0,001702 | 12,859 | 20967,76 | 4613,28 | 4,55 |

| 7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | STRP | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | dach | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m²K)] | 1,09 | Material izolacyjny | styropapa | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m²×K)/W] | 0,92 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 60,30 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 19,036 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 62,41 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,002520 |
| Liczba stopniocdni | Sd [dzień×K/rok] | 3355,3 | | | |

| 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 |
| | 16 | 4,92 | 4,00 | 0,20 | 0,000471 | 3,554 | 10484,88 | 1056,94 | 9,92 |
| | 18 | 5,42 | 4,50 | 0,18 | 0,000427 | 3,226 | 10859,34 | 1079,33 | 10,06 |
| | 20 | 5,92 | 5,00 | 0,17 | 0,000391 | 2,954 | 11233,80 | 1097,94 | 10,23 |
| | 22 | 6,42 | 5,50 | 0,16 | 0,000361 | 2,724 | 11608,26 | 1113,65 | 10,42 |
| | 24 | 6,92 | 6,00 | 0,14 | 0,000335 | 2,527 | 11982,72 | 1127,09 | 10,63 |

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 |
| | 20 | 5,92 | 5,00 | 0,17 | 0,000391 | 2,954 | 11233,80 | 1097,94 | 10,23 |

| 7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | SZ T | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | ściana zewnętrzna tył | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m²K)] | 0,99 | Materiał izolacyjny | styropian lambda 0,031 | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m²×K)/W] | 1,01 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,031 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 295,91 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 84,753 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 341,92 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,011221 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień×K/rok] | 3355,3 | | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{1u} | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 8 | 3,59 | 2,58 | 0,28 | 0,003161 | 23,876 | 64964,80 | 4155,96 | 15,63 |
| | 10 | 4,24 | 3,23 | 0,24 | 0,002680 | 20,242 | 68384,00 | 4404,10 | 15,53 |
| | 12 | 4,88 | 3,87 | 0,20 | 0,002326 | 17,567 | 71803,20 | 4586,67 | 15,65 |
| | 14 | 5,53 | 4,52 | 0,18 | 0,002054 | 15,517 | 75222,40 | 4726,63 | 15,91 |
| | 15 | 5,85 | 4,84 | 0,17 | 0,001941 | 14,662 | 76932,00 | 4785,03 | 16,08 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{1u} | SPBT |
|--|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 12 | 4,88 | 3,87 | 0,20 | 0,002326 | 17,567 | 71803,20 | 4586,67 | 15,65 |

| 7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda : SZPIW | | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | ściana zewnętrzna piwnic | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m²K)] | 0,91 | Material izolacyjny | styropian ekstrudowany | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m²×K)/W] | 1,10 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,036 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 66,1 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 10,085 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 73,7 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,002310 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień×K/rok] | 1938,9 | | | |

| 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 |
| | 6 | 2,76 | 1,67 | 0,36 | 0,000917 | 4,004 | 15331,68 | 491,37 | 31,20 |
| | 8 | 3,32 | 2,22 | 0,30 | 0,000764 | 3,334 | 16363,62 | 545,53 | 30,00 |
| | 10 | 3,88 | 2,78 | 0,26 | 0,000654 | 2,856 | 17395,56 | 584,16 | 29,78 |
| | 12 | 4,43 | 3,33 | 0,23 | 0,000572 | 2,498 | 18427,50 | 613,10 | 30,06 |
| | 14 | 4,99 | 3,89 | 0,20 | 0,000509 | 2,220 | 19459,44 | 635,60 | 30,62 |

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 |
| | 10 | 3,88 | 2,78 | 0,26 | 0,000654 | 2,856 | 17395,56 | 584,16 | 29,78 |

| 7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | SZ F B | |
|---|----------------------------|--------|--|-----------------------------|----------|
| | | | ściana zewnętrzna front, bok | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m²K)] | 0,99 | Materiał izolacyjny | tynk termoizolacyjny | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m²×K)/W] | 1,01 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,180 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m²] | 362,0 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q _{0u} [GJ/rok] | 103,682 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A _{koszt} [m²] | 403,8 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q _{0u} [MW] | 0,013727 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień×K/rok] | 3355,3 | | | |

| 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 |
| 3 | 1,18 | 0,17 | 0,848 | 0,011786 | 89,023 | 64205,79 | 1000,75 | 64,16 |

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 |
| | 3 | 1,18 | 0,17 | 0,85 | 0,011786 | 89,023 | 64205,79 | 1000,75 | 64,16 |

7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

| | | | | | |
|---|----------------------|--------|--|-------------------|----------|
| Przegroda (symbol): | OZS | | | | |
| Powierzchnia całkowita okien | A_{ok} m^2 | 138,67 | wymiana starych okien, montaż nawiewników powietrza | | |
| Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany | U_0 $W/(m^2K)$ | 2,60 | roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_0 GJ/rok | 435,795 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt. | V_{nom} m^3/h | 2544,1 | zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_0 MW | 0,056996 |

| Usprawnienie | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$ | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|--------------|-----------------|----------------------|----------|----------|----------|----------------------------------|----------------|-------|
| | $W/m^2 \cdot K$ | $zł/m^2$ | m^2 | GJ/rok | MW | $zł/rok$ | $zł$ | lata |
| 1 | 1,10 | 1400,00 | 138,67 | 300,205 | 0,039053 | 9255,38 | 194138,00 | 20,98 |
| 2 | 0,90 | 1600,00 | 138,67 | 292,165 | 0,037989 | 9804,25 | 221872,00 | 22,63 |

| Wariant wybrany | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$ | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------|----------|----------|----------------------------------|----------------|-------|
| | $W/m^2 \cdot K$ | $zł/m^2$ | m^2 | GJ/rok | MW | $zł/rok$ | $zł$ | lata |
| 1 | 1,10 | 1400,00 | 138,67 | 300,205 | 0,039053 | 9255,38 | 194138,00 | 20,98 |

dane do obliczeń:

| | symbol | stan istniejący | wariant 1 | wariant 2 |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------|
| strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h | vobl | 3307,4 | 2544,1 | 2544,1 |
| współczynnik przepływu, $m^3/(m^3 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$ | a | 3 | 0,3 | 0,3 |
| współczynnik korekcyjny | c_r | 1,1 | 0,85 | 0,85 |
| współczynnik korekcyjny | c_m | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| współczynnik korekcyjny | c_w | 1,2 | 1,2 | 1,2 |

7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

| | | | | | |
|---|----------------------|-------|--|-------------------|----------|
| Przegroda (symbol): | DZS | | | | |
| Powierzchnia całkowita drzwi | A_{ok} m^2 | 7,44 | wymiana starych drzwi | | |
| Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany | U_0 $W/(m^2K)$ | 3,50 | roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_0 GJ/rok | 26,938 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt. | V_{nom} m^3/h | 136,5 | zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_0 MW | 0,003493 |

| Usprawnienie | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rok+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|--------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|-------------------|----------------|-------|
| | W/m^2K | $zł/m^2$ | m^2 | GJ/rok | MW | $zł/rok$ | $zł$ | lata |
| 1 | 1,50 | 2500,00 | 7,44 | 19,393 | 0,002210 | 552,03 | 18600,00 | 33,69 |
| 2 | 1,30 | 2700,00 | 7,44 | 18,962 | 0,002152 | 581,48 | 20088,00 | 34,55 |

| Wariant wybrany | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rok+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|-----------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|-------------------|----------------|-------|
| | W/m^2K | $zł/m^2$ | m^2 | GJ/rok | MW | $zł/rok$ | $zł$ | lata |
| 1 | 1,50 | 2500,00 | 7,44 | 19,393 | 0,002210 | 552,03 | 18600,00 | 33,69 |

dane do obliczeń:

| | symbol | stan istniejący | wariant 1 | wariant 2 |
|---|--------|-----------------|-----------|-----------|
| strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h | vobl | 191,1 | 136,5 | 136,5 |
| współczynnik przepływu, $m^3/(m^2h \cdot daPa^{(2/3)})$ | a | 3 | 0,5 | 0,5 |
| współczynnik korekcyjny | c_r | 1,2 | 1,00 | 1,00 |
| współczynnik korekcyjny | c_m | 1,4 | 1,0 | 1,0 |
| współczynnik korekcyjny | c_w | 1,2 | 1,2 | 1,2 |

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 | - | 0,55 | 0,55 |
| powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, A_f | m ² | 1 056 | 1 056 |
| jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi} | dm ³ /m ² *doba | 0,80 | 0,80 |
| ilość osób, Li | os | 202 | 202 |
| 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 |
| Ilość energii uzyskana z instalacji solarnej w ciągu roku | kWh/rok | 0,00 | 0,00 |
| 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 | 8 883,3 | 8 883,3 |
| sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$ | - | 0,93 | 0,93 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$ | - | 0,70 | 0,70 |
| sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$ | - | 0,85 | 0,85 |
| sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$ | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$ | - | 0,55 | 0,55 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,W}$ | kWh/rok | 16 053,68 | 16 053,68 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,W}$ | GJ/rok | 57,79 | 57,79 |
| średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$ | m ³ /h | 0,08 | 0,08 |
| współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$ | - | 2,55 | 2,55 |
| 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 | 0,19 | 0,19 |
| maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwi}*N_h*10^6/3600$ | kW | 11,23 | 11,23 |
| średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$ | kW | 4,40 | 4,40 |
| koszty zmienne c.w.u. | zł/GJ | 51,09 | 51,09 |
| koszty stałe c.w.u. | zł/MW*mc | 10 812,60 | 10 812,60 |
| abonament c.w.u. | zł/mc | 0,00 | 0,00 |
| koszty wytworzenia c.w.u. | zł/rok | 3 523,34 | 3 523,34 |

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|--|-----------------------------|-------------|
| strop pod dachem | 20 967,76 | 4,5 |
| dach | 11 233,80 | 10,2 |
| ściana zewnętrzna tył | 71 803,20 | 15,7 |
| okna zewnętrzne stare | 194 138,00 | 21,0 |
| ściana zewnętrzna piwnic | 17 395,56 | 29,8 |
| drzwi zewnętrzne | 18 600,00 | 33,7 |
| ściana zewnętrzna front, bok | 64 205,79 | 64,2 |

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

| współczynniki sprawności w stanie istniejącym | symbol | wartość |
|--|-------------------------------|---------|
| sprawność wytwarzania ciepła | η_g | 0,93 |
| sprawność przesyłania ciepła | η_d | 0,96 |
| sprawność regulacji i wykorzystania ciepła | η_e | 0,76 |
| sprawność akumulacji ciepła | η_s | 1,00 |
| uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia | w_t | 0,85 |
| uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d | 0,95 |
| sprawność całkowita systemu grzewczego | $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s$ | 0,68 |

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 | 0,68 | 0,85 | 0,95 | 497,92 | - | - | - |
| 2 | Wymiana starej, wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających i równoważących oraz automatycznych odpowietrzników na pionach. | 0,78 | 0,85 | 0,95 | 497,92 | 3 827,75 | 138000,00 | 36,1 |

| 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 | $\eta_g =$ | 0,93 | → 0,93 |
| | bez zmian | | | |
| 2 | Przesyłanie ciepła | $\eta_d =$ | 0,96 | → 0,96 |
| | bez zmian | | | |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie ciepła | $\eta_e =$ | 0,76 | → 0,87 |
| | kompleksowa wymiana instalacji c.o. wraz z grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, odcinających, równoważących i automatycznych odpowietrzników na pionach | | | |
| 4 | Akumulacja ciepła | $\eta_s =$ | 1,00 | → 1,00 |
| | bez zmian | | | |
| 5 | Przerwy w czasie tygodnia | $w_t =$ | 0,85 | → 0,85 |
| | bez zmian | | | |
| 6 | Przerwy w czasie doby | $w_d =$ | 0,95 | → 0,95 |
| | bez zmian | | | |
| Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$ | | $\eta_{\text{całk}}$ | 0,68 | → 0,78 |

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

| | Zapotrzebowanie | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | Zapotrzebowanie mocy, MW | Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a |
| STAN ISTNIEJĄCY | 0,1029 | 497,92 |
| Wariant | | |
| w7 strop pod dachem | 0,0937 | 424,75 |
| w6 dach | 0,0915 | 407,61 |
| w5 ściana zewnętrzna tył | 0,0823 | 337,37 |
| w4 okna zewnętrzne stare | 0,0741 | 206,48 |
| w3 ściana zewnętrzna piwnic | 0,0727 | 206,48 |
| w2 drzwi zewnętrzne | 0,0722 | 197,38 |
| w1 ściana zewnętrzna front, bok | 0,0702 | 184,02 |

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 8 | | | | | | | | + |
| WARIANT 7 | + | | | | | | | + |
| WARIANT 6 | + | + | | | | | | + |
| WARIANT 5 | + | + | + | | | | | + |
| WARIANT 4 | + | + | + | + | | | | + |
| WARIANT 3 | + | + | + | + | + | | | + |
| WARIANT 2 | + | + | + | + | + | + | | + |
| WARIANT 1 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | strop pod dachem | dach | ściana zewnętrzna tył | okna zewnętrzne stare | ściana zewnętrzna piwnic | drzwi zewnętrzne | ściana zewnętrzna front, bok | 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 | 566 663,11 | 24 748,27 | 61,70% | 481 663,64 | 96 332,73 | 90 666,10 | 49 496,54 |
| 2 | WARIANT 2 | 502 457,32 | 23 779,30 | 59,56% | 427 088,72 | 85 417,74 | 80 393,17 | 47 558,60 |
| 3 | WARIANT 3 | 483 857,32 | 23 219,67 | 58,11% | 411 278,72 | 82 255,74 | 77 417,17 | 46 439,34 |
| 4 | WARIANT 4 | 466 461,76 | 23 040,48 | 58,11% | 396 492,50 | 79 298,50 | 74 633,88 | 46 080,96 |
| 5 | WARIANT 5 | 272 323,76 | 15 022,29 | 37,18% | 231 475,20 | 46 295,04 | 43 571,80 | 30 044,58 |
| 6 | WARIANT 6 | 200 520,56 | 10 103,34 | 25,96% | 170 442,48 | 34 088,50 | 32 083,29 | 20 206,68 |
| 7 | WARIANT 7 | 189 286,76 | 8 908,56 | 23,22% | 160 893,75 | 32 178,75 | 30 285,88 | 17 817,12 |
| 8 | WARIANT 8 | 168 319,00 | 3 827,75 | 11,52% | 143 071,15 | 28 614,23 | 26 931,04 | 7 655,50 |

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: | 61,7% |
| 2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi: | 481 663,64 zł |
| 3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi: | 84 999,47 zł |
| 4. Wysokość premii termomodernizacyjnej | 49 496,54 zł |

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

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o polepszonych właściwościach termicznych o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$.
2. Wykonanie tynku termoizolacyjnego na ścianie frontowej i bocznej. Grubość tynku 3 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,18 \text{ W/(mK)}$.
3. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem ekstrudowanym o grubości 10 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$.
4. Docieplić strop pod dachem wełną mineralną o grubości 20 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$. W celu zabezpieczenia izolacji stropu, należy wykonać podesty z płyt pilśniowych lub płyt OSB.
5. Docieplić stropodach pełny nad niższą częścią obiektu styropapą o grubości 20 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
6. Wymienić stare drzwi zewnętrzne do budynku na nowe o charakterze zabytkowym. Współczynnik przenikania ciepła drzwi $U=1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
7. Wymienić stare okna zewnętrzne w budynku na nowe, drewniane o charakterze zabytkowym z nawiewnikami powietrza. Współczynnik przenikania ciepła $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ dla całego okna.
8. Wymienić starą wewnętrzną instalację centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosować przygrzejnikowe zawory termostatyczne, odcinające, równoważące i automatyczne odpowietrzniki na pionach

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Modernizacja systemu grzewczego

| OPIS | ILOŚĆ, pkt. | CENA JEDNOSTKOWA, zł/pkt. | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|-------------|------------------------------|----------------------|
| Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, regulacyjnych zaworów podpionowych oraz automatycznych odpowietrzników na pionach. | 69 | 2 000,00 | 138 000,00 |
| RAZEM | | | 138 000,00 |

| Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|---|----------------------|
| Projekt wymiany instalacji centralnego ogrzewania wraz z dokumentacją kosztorysową. | 8 000,00 |

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 STR Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 20 cm | 238,27 | 88,00 | 20 967,76 |
| Przegroda 2 STRP Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 20 cm | 62,41 | 180,00 | 11 233,80 |
| Przegroda 3 SZ T Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką moką. Grubość izolacji: 12 cm | 341,92 | 210,00 | 71 803,20 |
| Przegroda 4 SZPIW Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką. Grubość izolacji: 10 cm | 73,71 | 236,00 | 17 395,56 |
| Przegroda 5 SZ F B Wykonanie izolacji ściany frontowej i bocznej zaprawą z tynku termoizolacyjnego. Grubość izolacji: 3 cm | 403,81 | 159,00 | 64 205,79 |
| RAZEM | | | 185 606,11 |

| | POWIERZCHNIA, m2 | CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2 | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|------------------|-------------------------|----------------------|
| Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-moką lub tynkiem termoizolacyjnym. | 95,46 | 150,00 | 14 319,00 |

| Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|----------------------|
| Wykonanie projektu termomodernizacji wraz z dokumentacją kosztorysową. | 8 000,00 |

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

| OPIS | POWIERZCHNIA, m2 | CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2 | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|------------------|----------------------------|----------------------|
| Okno 1 okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe z nawiewnikami powietrza. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K) | 138,67 | 1 400,00 | 194 138,00 |
| Drzwi 1 drzwi zewnętrzne Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,50 W/(m ² K) | 7,44 | 2 500,00 | 18 600,00 |
| RAZEM | | | 212 738,00 |

11. Załączniki

11.1. Załącznik nr 1 - Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

| PRZEGRODA | SKRÓT Z OZC | NAZWA | WSP. U, W/m ² K | POWIERZCHNIA, m ² |
|-------------|-------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Przegroda 1 | STR | strop pod dachem | 1,05 | 238,27 |
| Przegroda 2 | STRP | dach | 1,09 | 62,41 |
| Przegroda 3 | SZ T | ściana zewnętrzna tył | 0,99 | 341,92 |
| Przegroda 4 | SZPIW | ściana zewnętrzna piwnic | 0,91 | 73,71 |
| Przegroda 5 | SZ F B | ściana zewnętrzna front, bok | 0,99 | 403,81 |
| Okno 1 | OZS | okna zewnętrzne stare | 2,60 | 138,67 |
| Okno 2 | OZN | okna zewnętrzne nowe | 1,60 | 17,69 |
| Drzwi 1 | DZS | drzwi zewnętrzne | 3,50 | 7,44 |

11.2. Załącznik nr 2. Obliczenia dotyczące zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.

Charakterystyka stanu istniejącego.

Źródłem światła w obiekcie są żarówki tradycyjne oraz świetlówki liniowe w starych i nowych oprawach.

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym.

| Stan istniejący - inwentaryzacja | | | |
|----------------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| Rodzaj źródła światła | ilość [szt.] | moc jednostkowa [W] | moc [W] |
| żarówka | 125 | 75 | 9375 |
| świetlówka liniowa | 48 | 36 | 1728 |
| świetlówka liniowa | 8 | 18 | 144 |
| RAZEM | 181 | | 11247 |

Powierzchnia użytkowa budynku, A_f 1056,1 m²

Jednostkowa moc opraw przed modernizacją P_N 10,65 W/m²

Możliwości i sposób poprawy.

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i świetlówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie po modernizacji.

| Stan po modernizacji | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------|-------------|
| Rodzaj źródła światła | ilość [szt.] | moc jednostkowa [W] | moc [W] |
| żarówka LED | 125 | 12 | 1500 |
| świetlówka LED | 48 | 18 | 864 |
| świetlówka LED | 8 | 9 | 72 |
| RAZEM | 181 | | 2436 |

Powierzchnia użytkowa budynku, A_f 1056,1 m²

Jednostkowa moc opraw po modernizacji P_N 2,31 W/m²

Tabela przedstawia zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym i po modernizacji.

| Stan istniejący | | | Stan po modernizacji | | |
|-----------------------|------------------|--------------|-----------------------|------------------|-------------|
| rodzaj źródła światła | moc jedn. [W] | moc [W] | rodzaj źródła światła | moc jedn. [W] | moc [W] |
| żarówka | 75 | 9375 | żarówka LED | 12 | 1500 |
| światłówka liniowa | 36 | 1728 | światłówka LED | 18 | 864 |
| światłówka liniowa | 18 | 144 | światłówka LED | 9 | 72 |
| RAZEM | | 11247 | RAZEM | | 2436 |

W wyniku zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku zostanie osiągnięty efekt energetyczny. Szacunkowe wyliczenie rocznej oszczędności ilości energii oraz rocznej oszczędności kosztów energii przedstawiono poniżej. Do obliczeń przyjęto obowiązującą stawkę za energię elektryczną według taryfy użytkownika.

Roczne jednostkowe zużycie energii, [kWh/m²]

$$LENI = \{F_C * P_N / 1000 * [(t_D * F_O * F_D) + (t_N * F_O)]\} + m + n * \{5 / t_y * [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

| symbol | | stan istniejący | stan po modernizacji |
|----------------|--|-----------------|----------------------|
| P _N | jednostkowa moc opraw, W/m ² | 10,65 | 2,31 |
| t _D | czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, h/a | 1800 | 1800 |
| t _N | czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, h/a | 200 | 200 |
| t _O | suma czasów t _D i t _N , h/a | 2000 | 2000 |
| t _y | liczba godzin w roku, h | 8760 | 8760 |
| F _D | współczynnik uwzględn. wykorzystanie światła dziennego | 1 | 1 |
| F _O | współczynnik uwzględn. nieobecność użytkowników | 1 | 1 |
| F _C | współczynnik uwzględn. obniżenie natężenia | 1 | 1 |
| m=1 | gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne, jeśli nie m=0 | 0 | 0 |
| n=1 | gdy stosowane jest sterowanie opraw, jeśli nie n=0 | 0 | 0 |
| LENI | roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m ² | 21,3 | 4,6 |
| E _L | roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh | 22494,0 | 4872,0 |

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 17622,0 kWh/rok

Cena energii wg taryfy 0,48 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii **8458,56 zł/rok**

Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED 23875,00 zł

Czas zwrotu inwestycji 2,8 lat

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana oświetlenia na energooszczędne

| OPIS | ILOŚĆ, szt. | CENA JEDNOSTKOWA, zł/szt. | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|----------------------------------|-------------|------------------------------|----------------------|
| żarówka LED 12W wraz z oprawą | 125 | 95,00 | 11 875,00 |
| światłówka LED 18W wraz z oprawą | 48 | 235,00 | 11 280,00 |
| światłówka LED 9W bez oprawy | 8 | 90,00 | 720,00 |
| Wymiana oświetlenia | | | 23 875,00 |

Podsumowanie.

Zaproponowana modernizacja oświetlenia polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Żarówki i światłówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Obliczeniowa roczna oszczędność energii elektrycznej wyniesie: 17622,00 kWh/rok

Pozwoli to obniżyć roczne koszty energii elektrycznej o: 8458,56 zł/rok

Koszt wymiany oświetlenia oszacowano na: 23875,00 zł













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

| | | |
|--|--|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Miejscowość: | Jelenia Góra | |
| Adres: | MP nr 2, ul. Pisludskiego 32 - stan istniejący | |
| 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: | Jelenia Góra | |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1056,1 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3005,2 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 66124 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 36775 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 102900 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 102900 | W |
| | | |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Jelenia Góra | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 3823,0 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 497,92 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 138312 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1056 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3005,2 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 471,5 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 131,0 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 165,7 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 46,0 | 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 | -1,5 | 92,89 | 0,00 | 2,39 | 70,48 | 0,819 | 8,73 | 70,72 | 100,70 | 1676,1 | 1309,2 |
| Luty | -2,4 | 87,54 | 0,00 | 2,18 | 73,64 | 0,841 | 12,94 | 63,87 | 98,79 | 1679,0 | 1309,2 |
| Marzec | 4,6 | 65,54 | 0,00 | 2,39 | 49,09 | 0,709 | 21,91 | 70,72 | 51,35 | 1629,9 | 1309,2 |
| Kwiecień | 6,3 | 56,04 | 0,00 | 2,26 | 43,13 | 0,655 | 30,33 | 68,44 | 36,70 | 1585,3 | 1309,2 |
| Maj | 11,6 | 34,15 | 0,00 | 2,26 | 24,54 | 0,443 | 42,09 | 70,72 | 11,03 | -1978 | 1309,2 |
| Czerwiec | 15,0 | 18,79 | 0,00 | 3,56 | 13,88 | 0,304 | 43,03 | 68,44 | 2,36 | 1961,2 | 1152,0 |
| Lipiec | 16,5 | 12,94 | 0,00 | 4,37 | 9,26 | 0,225 | 44,26 | 70,72 | 0,71 | 1786,8 | 1152,0 |
| Sierpień | 15,3 | 18,12 | 0,00 | 3,75 | 12,96 | 0,296 | 40,04 | 70,72 | 2,10 | 1921,3 | 1152,0 |
| Wrzesień | 12,0 | 31,31 | 0,00 | 2,05 | 23,14 | 0,469 | 24,77 | 68,44 | 12,83 | 1934,1 | 1152,0 |
| Październik | 7,7 | 51,64 | 0,00 | 2,18 | 38,22 | 0,639 | 17,66 | 70,72 | 35,56 | 1504,5 | 1309,2 |
| Listopad | 4,5 | 63,86 | 0,00 | 2,18 | 49,44 | 0,727 | 10,48 | 68,44 | 58,09 | 1624,7 | 1309,2 |
| Grudzień | 0,5 | 83,92 | 0,00 | 2,34 | 63,47 | 0,792 | 7,59 | 70,72 | 87,71 | 1666,7 | 1309,2 |
| W sezonie | 7,6 | 616,73 | 0,00 | 31,92 | 471,25 | 0,547 | 303,83 | 832,63 | 497,92 | 1643,5 | 1341,5 |



















Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A |
|--|-------------------------------------|---------------------|----------------|
| | | W/m ² ·K | m ² |
|  DZS | drzwi zewnętrzne | 3,500 | 7,44 |
|  OZN | okna zewnętrzne nowe | 1,600 | 17,69 |
|  OZS | okna zewnętrzne stare | 2,600 | 138,68 |
|  PGPIW | podłoga na gruncie | 0,376 | 324,30 |
|  SG | ściana w gruncie | 0,676 | 99,12 |
|  STR | strop pod dachem | 1,051 | 264,00 |
|  STRP | dach | 1,089 | 60,30 |
|  STRPIW | strop nad piwnicą | 0,997 | 324,30 |
|  SZ 2 M | ściana zewnętrzna (dach mansardowy) | 0,992 | 168,53 |
|  SZ F B | ściana zewnętrzna front, bok | 0,988 | 362,00 |
|  SZ T | ściana zewnętrzna tył | 0,988 | 295,91 |
|  SZPIW | ściana zewnętrzna piwnic | 0,911 | 66,08 |








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} : 4,50 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m | | | | | | |
|  BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,038 |
|  BETON-1900 | 0,0800 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,080 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  GRUZOBETON | 0,1500 | Gruzobeton. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,150 |
|  PIASEK-ŚR | 0,1500 | Piasek średni. | 0,400 | 1650 | 0,840 | 0,375 |
| 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]: | | | | | | 2,660 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,376 |
| | | | | | | |
|  SG | ściana w gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PGPIW | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,80 m | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,7000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,909 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,552 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,480 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,676 |
| | | | | | | |
|  STR | strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 2$ m, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,000 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  WAR.POW | 0,1200 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
|  TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  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]: | | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,952 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,051 |
| | | | | | | |
|  STRP | dach | | | | | |

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 |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  WAR.POW | 0,0500 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
|  TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  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]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,918 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,089 |
| | | | | | | |
|  STRPIW | strop nad piwnicą | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  BUK | 0,0220 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | 2,510 | 0,100 |
|  TYNK-CEM | 0,0300 | Tynk lub gładź cementowa. | 1,000 | 2000 | 0,840 | 0,030 |
|  PLYT-PIL-P | 0,0190 | Płyty pilśniowe porowate. | 0,050 | 300 | 2,510 | 0,380 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  ŻELBET | 0,2000 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,118 |
|  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]: | | | | | | 1,003 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,997 |
| | | | | | | |
|  SZ 2 M | ściana zewnętrzna (dach mansardowy) | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |
|  DACHÓW_CEM | 0,0150 | Dachówka cementowa. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,015 |
| 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]: | | | | | | 1,008 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,992 |
| | | | | | | |
|  SZ F B | ściana zewnętrzna front, bok | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |
|  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 |

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 |
| Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,012 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,988 |
| | | | | | | |
|  SZ T | ściana zewnętrzna tył | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |
|  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 na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,012 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,988 |
| | | | | | | |
|  SZPIW | ściana zewnętrzna piwnic | | | | | |
| 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 | 0,7000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,909 |
| 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]: | | | | | | 1,097 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,911 |
| | | | | | | |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Miejscowość: | Jelenia Góra | |
| Adres: | MP nr 2, ul. Piśludskiego 32 - 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: | Jelenia Góra | |
| | | |
| Podstawowe wyniki obliczeń budynku: | | |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1056,1 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3005,2 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 34686 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 36775 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 70159 | W |
| Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 0 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 70159 | W |
| | | |
| Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790 | | |
| Stacja meteorologiczna: | Jelenia Góra | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie | | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$: | 3005,2 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 184,02 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 51116 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 1056 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 3005,2 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 174,2 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 48,4 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 61,2 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 17,0 | 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 | -1,5 | 46,67 | 0,00 | 2,39 | 54,78 | 0,774 | 8,22 | 70,72 | 42,72 | 839,08 | 1030,0 |
| Luty | -2,4 | 43,98 | 0,00 | 2,18 | 57,26 | 0,798 | 12,01 | 63,87 | 42,85 | 841,97 | 1030,0 |
| Marzec | 4,6 | 33,00 | 0,00 | 2,39 | 37,95 | 0,627 | 20,13 | 70,72 | 16,34 | 792,80 | 1030,0 |
| Kwiecień | 6,3 | 28,24 | 0,00 | 2,26 | 33,26 | 0,558 | 27,75 | 68,44 | 10,13 | 748,20 | 1030,0 |
| Maj | 11,6 | 17,30 | 0,00 | 2,26 | 18,64 | 0,332 | 38,35 | 70,72 | 2,03 | -2815 | 1030,0 |
| Czerwiec | 15,0 | 9,53 | 0,00 | 3,56 | 10,52 | 0,217 | 39,16 | 68,44 | 0,27 | 1167,3 | 872,80 |
| Lipiec | 16,5 | 6,56 | 0,00 | 4,37 | 7,01 | 0,161 | 40,28 | 70,72 | 0,06 | 992,87 | 872,80 |
| Sierpień | 15,3 | 9,19 | 0,00 | 3,75 | 9,82 | 0,210 | 36,50 | 70,72 | 0,23 | 1127,4 | 872,80 |
| Wrzesień | 12,0 | 15,88 | 0,00 | 2,05 | 17,53 | 0,360 | 22,67 | 68,44 | 2,69 | 1140,2 | 872,80 |
| Październik | 7,7 | 26,05 | 0,00 | 2,18 | 29,40 | 0,546 | 16,32 | 70,72 | 10,14 | 667,47 | 1030,0 |
| Listopad | 4,5 | 32,15 | 0,00 | 2,18 | 38,22 | 0,662 | 9,79 | 68,44 | 20,74 | 787,64 | 1030,0 |
| Grudzień | 0,5 | 42,19 | 0,00 | 2,34 | 49,26 | 0,744 | 7,19 | 70,72 | 35,83 | 829,61 | 1030,0 |
| W sezonie | 7,6 | 310,73 | 0,00 | 31,92 | 363,64 | 0,470 | 278,38 | 832,63 | 184,02 | 909,88 | 1030,0 |























Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A |
|--|-------------------------------------|---------------------|----------------|
| | | W/m ² ·K | m ² |
|  DZS | drzwi zewnętrzne | 1,500 | 7,44 |
|  OZN | okna zewnętrzne nowe | 1,600 | 17,69 |
|  OZS | okna zewnętrzne stare | 1,100 | 138,68 |
|  PGPIW | podłoga na gruncie | 0,376 | 324,30 |
|  SG | ściana w gruncie | 0,676 | 99,12 |
|  STR | strop pod dachem | 0,168 | 264,00 |
|  STRP | dach | 0,169 | 60,30 |
|  STRPIW | strop nad piwnicą | 0,997 | 324,30 |
|  SZ 2 M | ściana zewnętrzna (dach mansardowy) | 0,992 | 168,53 |
|  SZ F B | ściana zewnętrzna front, bok | 0,849 | 362,00 |
|  SZ T | ściana zewnętrzna tył | 0,205 | 295,91 |
|  SZPIW | ściana zewnętrzna piwnic | 0,258 | 66,08 |












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} : 4,50 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m | | | | | | |
|  BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | 0,840 | 0,038 |
|  BETON-1900 | 0,0800 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,080 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  GRUZOBETON | 0,1500 | Gruzobeton. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,150 |
|  PIASEK-ŚR | 0,1500 | Piasek średni. | 0,400 | 1650 | 0,840 | 0,375 |
| 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]: | | | | | | 2,660 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,376 |
|  SG | ściana w gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PGPIW | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,80 m | | | | | | |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  CEGŁA-PEŁN | 0,7000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,909 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,552 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,480 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,676 |
|  STR | strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 2 m, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,160 |
| Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,000 |
|  WEŁNA 04 | 0,2000 | Płyty z wełny mineralnej | 0,040 | 130 | 0,750 | 5,000 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  WAR.POW | 0,1200 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
|  TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  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]: | | | | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 5,952 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,168 |

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 |
|  STRP | dach | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  STYROPIANS | 0,2000 | Styropian ułożony szczelnie. | 0,040 | 30 | 1,460 | 5,000 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  WAR.POW | 0,0500 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
|  TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
|  SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
|  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]: | | | | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: | | | | | | 5,918 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,169 |
|  STRPIW | strop nad piwnicą | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
|  BUK | 0,0220 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | 2,510 | 0,100 |
|  TYNK-CEM | 0,0300 | Tynk lub gładź cementowa. | 1,000 | 2000 | 0,840 | 0,030 |
|  PŁYT-PIL-P | 0,0190 | Płyty pilśniowe porowate. | 0,050 | 300 | 2,510 | 0,380 |
|  PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
|  ŻELBET | 0,2000 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,118 |
|  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]: | | | | | | 1,003 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,997 |
|  SZ 2 M | ściana zewnętrzna (dach mansardowy) | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |
|  DACHÓW_CEM | 0,0150 | Dachówka cementowa. | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,015 |
| 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]: | | | | | | 1,008 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,992 |
|  SZ F B | ściana zewnętrzna front, bok | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |

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 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  TYNKT_0,18 | 0,0300 | Tynk termoizolacyjny | 0,180 | 30 | 1,520 | 0,167 |
| 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]: | | | | | | 1,178 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,849 |
| | | | | | | |
|  SZ T | ściana zewnętrzna tył | | | | | |
| 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 | 0,6200 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,805 |
|  TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
|  STYR_0,031 | 0,1200 | Styropian o polepszonych właściwościach | 0,031 | 30 | 1,520 | 3,871 |
| 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]: | | | | | | 4,883 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,205 |
| | | | | | | |
|  SZPIW | ściana zewnętrzna piwnic | | | | | |
| 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 | 0,7000 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,909 |
|  STYRO0,036 | 0,1000 | Styropian ekstrudowany | 0,036 | 22 | 1,400 | 2,778 |
| 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]: | | | | | | 3,875 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,258 |
| | | | | | | |