

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Zespół Szkół Rzemiosł Artystycznych

ul. Cieplicka 34

58-560 Jelenia Góra

województwo: dolnośląskie

Wykonawca:

Małopolska Agencja Energii i Środowiska Sp. z o.o.

| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | | | |
|---|--|--|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1. Rodzaj budynku | użyteczności publicznej | 1.2. Rok budowy | 1887-1901-przed 1945-lata '60 |
| 1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL* | Miasto Jelenia Góra Plac Ratuszowy 58 58-500 Jelenia Góra woj.: dolnośląskie 75 75 46 353 | 1.4 Adres budynku ul. Cieplicka 34 58-560 Jelenia Góra powiat: jeleniogórski woj.: dolnośląskie | |
| | | | |
| 2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt | | | |
| Małopolska Agencja Energii i Środowiska Sp. z o.o. ul. Łukasiewicza 1 31-429 Kraków woj. małopolskie tel.: 012 294-20-73, fax.: 012 294-20-54 REGON 357190538 | | | |
| 3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis | | | |
| 1. | mgr inż. Łukasz KRUK ul. Borsucza 7/67 30-408 Kraków 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. Łukasz KOWALCZYK | sprawdzenie | mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158 |
| | | | |
| | | | |
| 5. Miejscowość i data wykonania opracowania | | Kraków, 27.05.2011r. | |

| | |
|---|----|
| 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 | 25 |
| 9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | 27 |
| 10. Załączniki | 31 |

| 2. Karta audytu energetycznego budynku | | | | |
|--|--|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 1. | Dane ogólne | | | |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | | |
| 2. | Liczba kondygnacji | 3+piwnice | | |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej, [m ³] | 18189 | | |
| 4. | Powierzchnia budynku netto, [m ²] | 5781,6 | | |
| 5. | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej, [m ²] | 0,0 | | |
| 6. | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych, [m ²] | 5709,1 | | |
| 7. | Liczba mieszkań | 0 | | |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 720 | | |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | centralny, węzeł cieplny | | |
| 10. | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | centralny, węzeł cieplny | | |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V, [l/m] | 0,74 | | |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | | | |
| 2. | Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, [W/(m²K)] | Stan przed termomodernizacją | | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Ściany zewnętrzne/ ściany wewnętrzne | 1,15 | 0,75-1,15 | 0,24 |
| | | 1,13 | 4,08 | 0,24 |
| 2. | Dach / stropodach/ strop nad przejściem | 1,07 | 1,03 | 0,21 |
| | | 0,99 | | 0,22 |
| 3. | Strop piwnicy/ podłoga na gruncie/ ściana w gruncie | 0,90 | 0,37 | 0,90 |
| | | 0,48 | 0,36 | 0,48 |
| 4. | Okna | 2,60 | 1,60 | 1,40 |
| | | 5,00 | | 1,50 |
| 5. | Drzwi | 3,50 | | 3,50 |
| | | 2,50 | | 2,50 |
| 3. | Sprawności składowe systemu ogrzewania | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania | 0,95 | | 0,95 |
| 2. | Sprawność przesyłania | 0,92 | | 0,95 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,86 | | 0,93 |
| 4. | Sprawność akumulacji | 1,00 | | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia | 0,85 | | 0,85 |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | 0,91 | | 0,91 |
| 4. | Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) | grawitacyjna | | grawitacyjna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka / kanały went. | | stolarka / kanały went. |
| 3. | Strumień powietrza wentylacyjnego, [m ³ /h] | 22811,8 | | 18188,8 |
| 4. | Liczba wymian, [1/h] | 1,25 | | 1,00 |
| 5. | Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego, [kW] | 775,985 | | 428,006 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu, [kW] | 28,848 | | 28,848 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok] | 4460,28 | | 1409,53 |

| | | | |
|--|--|---|------------|
| 4. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu, [GJ/rok] | 4590,00 | 1298,99 |
| 5. | Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu, [GJ/rok] | 207,71 | 207,71 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła), [GJ/rok] | 4120,00 | |
| 7. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)] | 217,016 | 68,581 |
| 8. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m2rok)] | 223,328 | 63,203 |
| 9. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), [kWh/(m3rok)] | 70,098 | 19,838 |
| 6. | Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | |
| 1. | Oplata za 1 GJ na ogrzewanie, [zł] | 49,96 | 49,96 |
| 2. | Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc, [zł] | 6528,18 | 6528,18 |
| 3. | Oplata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, [zł] | 9,75 | 9,75 |
| 4. | Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc, [zł] | 6528,18 | 6528,18 |
| 5. | Oplata za ogrzanie 1m ² pow. użytkowej, [zł/m-c] | 4,23 | 1,44 |
| 6. | Oplata abonamentowa, [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Oplata abonamentowa cwu, [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 7. | Charakterystyka ekonomiczna opłacalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | |
| Planowana kwota kredytu, [zł] | 2 762 873,46 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%] | 68,6% |
| Planowane koszty całkowite, [zł] | 2 762 873,46 | Premia termomodernizacyjna, [zł] | 383 375,13 |
| Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok] | 191 687,56 | | |

* Audyt wykonany został zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W przypadku skorzystania z innych (niż fundusz termomodernizacji) środków, wartości planowanej kwoty kredytu oraz premii termomodernizacyjnej nie będą brane pod uwagę.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,

3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu OZC

3.3. Osoby udzielające informacji:

Dyrekcja obiektu

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,

3.5 Wizja lokalna miała miejsce w dniu: 13.04.2011r.

3.6. Akty Prawne

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

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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 6 listopada 2008r. W sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Opis ogólny obiektu

Zespół Szkół Rzemiosł Artystycznych składa się z pięciu budynków. Dwa obiekty (budynek A, B) o charakterze zabytkowym, warsztaty, sala gimnastyczna z lat '60 oraz budynek C z lat '40. Budynki wykonane w technologii tradycyjnej murowanej. Obiekt A i B o trzech kondygnacjach nadziemnych załkowice podpiwniczone. Warsztaty, sala gimnastyczna, łącznik są obiektami parterowymi częściowo podpiwniczone. Budynek C jest obiektem wolnostojącym o dwóch kondygnacjach nadziemnych.

4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne: - Budynek A i B wykonane z cegły ceramicznej pełnej o zróżnicowanej grubości 51 - 86 cm. Budynek C wykonany z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm. Ściany pozostałych obiektów grubości 38 cm, obustronnie tynkowane.

Dach wielospadowy (budynek A, B) na konstrukcji drewnianej kryty dachówką ceramiczną oraz płytami azbestowymi. Stropy nad ostatnią kondygnacją drewniane o niewystarczającej izolacji termicznej. Stropodach pełny nad warsztatami, salą gimnastyczną oraz łącznikiem. Stropodachy o niewystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV. Pozostałe okna drewniane w dostatecznym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne nowe, PCV z szybą zespoloną w bardzo dobrym stanie technicznym oraz drewniane z 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. Grzejniki częściowo wymienione na nowe stalowe, pozostałe żeliwne oraz rurowe (faviere). Instalacja o dużej bezwładności cieplnej.

4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda przygotowywana w węźle. Instalacja rozprowadzająca stalowa.

4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.

| 5. Ocena stanu technicznego budynku | | |
|--|--|---|
| l.p. | charakterystyka stanu istniejącego | możliwości i sposób poprawy |
| przegrody zewnętrzne | | |
| 1. | P1 Ściana zewnętrzna bud. C U= 1,15 W/(m2K) | Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K) |
| | P2 Ściana zewnętrzna 38 cm U= 1,13 W/(m2K) | Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K) |
| | P3 Stropodach pełny U= 1,07 W/(m2K) | Docieplenie stropodachu styropapą. U=0,22 W/(m2K) |
| | P4 Strop pod dachem U= 0,99 W/(m2K) | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,22 W/(m2K) |
| | P5 Ściana w gruncie 38 cm U= 0,90 W/(m2K) | Docieplenie ścian piwnic styropianem ekstrudowanym-technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,25 W/(m2K) |
| | P6 Mur z luksferów U= 4,08 W/(m2K) | Przymyrowanie ścian z luksferów |
| okna i drzwi | | |
| 2. | Okna zewnętrzne częściowo wymienione nowe PCV. Pozostałe okna drewniane w dostatecznym stanie technicznym. | Wymiana starych okien na drewniane i PCV. Montaż automatycznych nawiewników powietrza |
| | Drzwi zewnętrzne nowe, PCV z szybą zespoloną w bardzo dobrym stanie technicznym oraz drewniane z złym stanie technicznym. | Remont starych drzwi drewnianych |
| wentylacja | | |
| 3. | Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną i drzwiową. | Wymiana starych okien na drewniane i PCV. Montaż automatycznych nawiewników powietrza. Remont starych drzwi zewnętrznych |
| instalacja ciepłej wody użytkowej | | |
| 4. | Ciepła woda przygotowywana w węźle. Instalacja rozprowadzająca stalowa. | bez zmian. |
| instalacja grzewcza | | |
| 5. | Obiekt zasilany w ciepło zdalacznynie. Węzeł cieplny z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa. Grzejniki częściowo wymienione na nowe stalowe, pozostałe żeliwne oraz rurowe (faviere). Instalacja o dużej bezwładności cieplnej. | Zakres modernizacji c.o. obejmuje wymianę wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz ze starymi grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i 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 ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| | | Docieplenie stropodachu styropapą. $U=0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| | | Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. $U=0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| | | Docieplenie ścian piwnic styropianem ekstrudowanym-technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
| | | Przymyrowanie ścian z luksferów |
| 2. | Zmniejszenie strat przez przenikanie. | okna i drzwi |
| | | Wymiana starych okien na drewniane i PCV. Montaż automatycznych nawiewników powietrza. Remont starych drzwi zewnętrznych |
| 3. | Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową. | wentylacja |
| | | Wymiana starych okien na drewniane i PCV. Montaż automatycznych nawiewników powietrza. Remont starych drzwi zewnętrznych |
| 4. | Obiekt zasilany w ciepło zdalacznynie. Węzeł cieplny z automatyką pogodową. Instalacja centralnego ogrzewania stara, stalowa. Grzejniki częściowo wymienione na nowe stalowe, pozostałe żeliwne oraz rurowe (faviere). Instalacja o dużej bezwładności cieplnej. | instalacja grzewcza |
| | | Zakres modernizacji c.o. obejmuje wymianę wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz ze starymi grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i 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} | 17,8 | 17,8 |
| 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} | 49,96 | 49,96 |
| stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)] | O_{0m}, O_{1m} | 6528,18 | 6528,18 |
| 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): SZ51 C | |
|---|----------------------------------|--------|--|--------------------------------|
| | | | Ściana zewnętrzna bud. C | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² *K)] | 1,15 | Materiał izolacyjny | styropian |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 0,87 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 290,98 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] 93,378 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 337,13 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] 0,012661 |
| Liczba stopniodni | S_d [dzień*K/rok] | 3227,0 | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q_{1u} | Q_{1u} | N_u | $\Delta O_{r,u}$ | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|----------|------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 11 | 3,62 | 2,75 | 0,28 | 0,003040 | 22,418 | 59840,58 | 4299,04 | 13,92 |
| | 12 | 3,87 | 3,00 | 0,26 | 0,002843 | 20,970 | 61357,66 | 4386,81 | 13,99 |
| | 13 | 4,12 | 3,25 | 0,24 | 0,002671 | 19,697 | 62874,75 | 4463,92 | 14,09 |
| | 14 | 4,37 | 3,50 | 0,23 | 0,002518 | 18,570 | 64391,83 | 4532,21 | 14,21 |
| | 15 | 4,62 | 3,75 | 0,22 | 0,002381 | 17,565 | 65908,92 | 4593,10 | 14,35 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| d | R | ΔR | U | q_{1u} | Q_{1u} | N_u | $\Delta O_{r,u}$ | SPBT |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|----------|------------------|-------|
| cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| 13 | 4,12 | 3,25 | 0,24 | 0,002671 | 19,697 | 62874,75 | 4463,92 | 14,09 |

| 7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): SZ38 | |
|---|---|---------|--|--|
| | | | Ściana zewnętrzna 38 cm | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² K)] | 1,13 | Materiał izolacyjny | styropian |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 0,88 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 1678,65 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] 528,868 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 1929,61 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] 0,071706 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień*K/rok] | 3227,0 | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|---------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 11 | 3,63 | 2,75 | 0,28 | 0,017457 | 128,757 | 342505,78 | 24240,32 | 14,13 |
| | 12 | 3,88 | 3,00 | 0,26 | 0,016334 | 120,471 | 351189,02 | 24742,29 | 14,19 |
| | 13 | 4,13 | 3,25 | 0,24 | 0,015346 | 113,187 | 359872,27 | 25183,57 | 14,29 |
| | 14 | 4,38 | 3,50 | 0,23 | 0,014471 | 106,734 | 368555,51 | 25574,53 | 14,41 |
| 15 | 4,63 | 3,75 | 0,22 | 0,013691 | 100,977 | 377238,76 | 25923,31 | 14,55 | |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| 13 | 4,13 | 3,25 | 0,24 | 0,015346 | 113,187 | 359872,27 | 25183,57 | 14,29 |

| 7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | | |
|---|---|---------|--|-----------------------------------|----------|
| | | | STRP | | |
| | | | Stropodach pełny | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² K)] | 1,07 | Materiał izolacyjny | styropapa | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 0,94 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 3843,01 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] | 1145,401 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 4131,24 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] | 0,155298 |
| Liczba stopniodni | S_d [dzień*K/rok] | 3227,0 | | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|---------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 13 | 4,19 | 3,25 | 0,24 | 0,034709 | 255,998 | 627948,48 | 53883,55 | 11,65 |
| | 14 | 4,44 | 3,50 | 0,23 | 0,032753 | 241,569 | 644473,44 | 54757,73 | 11,77 |
| | 15 | 4,69 | 3,75 | 0,21 | 0,031005 | 228,680 | 660998,40 | 55538,61 | 11,90 |
| | 16 | 4,94 | 4,00 | 0,20 | 0,029435 | 217,097 | 677523,36 | 56240,39 | 12,05 |
| 17 | 5,19 | 4,25 | 0,19 | 0,028016 | 206,630 | 694048,32 | 56874,50 | 12,20 | |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| 15 | 4,69 | 3,75 | 0,21 | 0,031005 | 228,680 | 660998,40 | 55538,61 | 11,90 |

| 7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda : STR | |
|---|---|--------|--|--|
| | | | Strop pod dachem | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² K)] | 0,99 | Materiał izolacyjny | wełna mineralna |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 1,02 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] 0,040 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 768,5 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] 211,060 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 701,3 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] 0,028616 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień*K/rok] | 3227,0 | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 12 | 4,02 | 3,00 | 0,25 | 0,007235 | 53,365 | 42076,80 | 9553,76 | 4,40 |
| | 13 | 4,27 | 3,25 | 0,23 | 0,006811 | 50,237 | 43830,00 | 9743,26 | 4,50 |
| | 14 | 4,52 | 3,50 | 0,22 | 0,006434 | 47,456 | 45583,20 | 9911,78 | 4,60 |
| | 15 | 4,77 | 3,75 | 0,21 | 0,006097 | 44,966 | 47336,40 | 10062,61 | 4,70 |
| | 16 | 5,02 | 4,00 | 0,20 | 0,005793 | 42,725 | 49089,60 | 10198,41 | 4,81 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|------|
| cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| 14 | 4,52 | 3,50 | 0,22 | 0,006434 | 47,456 | 45583,20 | 9911,78 | 4,60 |

| 7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): SG 38 | | |
|---|---|--------|--|-----------------------------------|----------|
| | | | Ściana w gruncie 38 cm | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² K)] | 0,90 | Materiał izolacyjny | styropian ekstrudowany | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 1,11 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | 0,032 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 64,9 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] | 16,324 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 70,8 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] | 0,002213 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień*K/rok] | 3227,0 | | | |

| optymalizacja | d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|---------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| | cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| | 8 | 3,61 | 2,50 | 0,28 | 0,000680 | 5,015 | 15578,20 | 685,14 | 22,74 |
| | 10 | 4,23 | 3,13 | 0,24 | 0,000580 | 4,275 | 16286,30 | 729,99 | 22,31 |
| | 12 | 4,86 | 3,75 | 0,21 | 0,000505 | 3,725 | 16994,40 | 763,31 | 22,26 |
| | 14 | 5,48 | 4,38 | 0,18 | 0,000447 | 3,300 | 17702,50 | 789,03 | 22,44 |
| | 16 | 6,11 | 5,00 | 0,16 | 0,000402 | 2,963 | 18410,60 | 809,49 | 22,74 |

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

| d | R | ΔR | U | q _{1u} | Q _{1u} | N _u | ΔO _{r(u)} | SPBT |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------|
| cm | m ² *K/W | m ² *K/W | W/m ² *K | MW | GJ/rok | zł | zł/rok | lata |
| 12 | 4,86 | 3,75 | 0,21 | 0,000505 | 3,725 | 16994,40 | 763,31 | 22,26 |

| | | | | | |
|--|---|--------|--|-----------------------------------|----------|
| 7.1.6. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku | | | Przegroda (symbol): | LUK | |
| | | | Mur z luksferów | | |
| Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym | U [W/(m ² K)] | 4,08 | Materiał izolacyjny | przymurowanie | |
| Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym | R [(m ² *K)/W] | 0,24 | Współczynnik przewodzenia ciepła | λ [W/(mK)] | |
| Powierzchnia przegrody do obliczania strat | A [m ²] | 23,1 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_{0u} [GJ/rok] | 26,245 |
| Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | A_{koszt} [m ²] | 23,1 | Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_{0u} [MW] | 0,003558 |
| Liczba stopniodni | Sd [dzień*K/rok] | 3227,0 | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------|
| 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 |
| | | 4,09 | 3,84615385 | 0,24 | 0,000213 | 1,572 | 9742,85 | 1494,80 | 6,52 |

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

| | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|--|-----------------|----------|
| Przegroda (symbol): | OZS | | | | |
| Powierzchnia całkowita okien | A_{ok} m ² | 559,7 | wymiana starych okien na nowe z nawiewnikami | | |
| Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany | U_0 W/(m ² *K) | 2,60 | roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_0 GJ/rok | 1219,568 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt. | V_{nom} m ³ /h | 5957,2 | zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_0 MW | 0,154544 |

| Usprawnienie | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rok+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|--------------|---------------------|----------------------|----------------|---------|----------|-------------------|----------------|-------|
| | W/m ² *K | zł/m ² | m ² | GJ/rok | MW | zł/rok | zł | lata |
| 1 | 1,70 | 1490,00 | 559,7 | 740,022 | 0,112533 | 27250,41 | 833908,30 | 30,60 |
| 2 | 1,40 | 1580,00 | 559,7 | 693,210 | 0,106186 | 30086,49 | 884278,60 | 29,39 |

| Wariant wybrany | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rok+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|-----------------|---------------------|----------------------|----------------|---------|----------|-------------------|----------------|-------|
| | W/m ² *K | zł/m ² | m ² | GJ/rok | MW | zł/rok | zł | lata |
| 2 | 1,40 | 1580,00 | 559,7 | 693,210 | 0,106186 | 30086,49 | 884278,60 | 29,39 |

dane do obliczeń:

| | symbol | stan istniejący | wariant 1 | wariant 2 |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------|
| strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h | vobl | 7744,4 | 5957,2 | 5957,2 |
| współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3)) | a | 3 | 0,3 | 0,3 |
| współczynnik korekcyjny | c_r | 1,2 | 0,7 | 0,7 |
| 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 okien oraz poprawy systemu wentylacji

| | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|--|-----------------|----------|
| Przegroda (symbol): | OZS NAŚ | | | | |
| Powierzchnia całkowita okien | A_{ok} m ² | 792,2 | wymiana starych naświetli na nowe | | |
| Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany | U_0 W/(m ² *K) | 5,00 | roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_0 GJ/rok | 2160,311 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt. | V_{nom} m ³ /h | 8432,1 | zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_0 MW | 0,290619 |

| Usprawnienie | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rOK+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|--------------|---------------------|----------------------|----------------|----------|----------|-------------------|----------------|------|
| | W/m ² *K | zł/m ² | m ² | GJ/rok | MW | zł/rok | zł | lata |
| 1 | 1,80 | 430,00 | 792,2 | 1357,537 | 0,162279 | 50162,61 | 340637,40 | 6,79 |
| 2 | 1,50 | 450,00 | 792,2 | 1291,277 | 0,153295 | 54176,93 | 356481,00 | 6,58 |

| Wariant wybrany | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rOK+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|-----------------|---------------------|----------------------|----------------|----------|----------|-------------------|----------------|------|
| | W/m ² *K | zł/m ² | m ² | GJ/rok | MW | zł/rok | zł | lata |
| 2 | 1,50 | 450,00 | 792,2 | 1291,277 | 0,153295 | 54176,93 | 356481,00 | 6,58 |

dane do obliczeń:

| | symbol | stan istniejący | wariant 1 | wariant 2 |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------|
| strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h | vobl | 10961,8 | 8432,1 | 8432,1 |
| współczynnik przepływu, m ³ /(m ³ *h*daPa ^(2/3)) | a | 3 | 0,5 | 0,5 |
| współczynnik korekcyjny | c_r | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| współczynnik korekcyjny | c_m | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| współczynnik korekcyjny | c_w | 1,2 | 1,2 | 1,2 |

7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego remontu drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

| | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|--|-----------------|----------|
| Przegroda (symbol): | DZD | | | | |
| Powierzchnia całkowita drzwi | A_{ok} m ² | 57,5 | remont drzwi zewnętrznych | | |
| Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany | U_0 W/(m ² *K) | 3,50 | roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie | Q_0 GJ/rok | 146,796 |
| Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt. | V_{nom} m ³ /h | 612,5 | zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie | q_0 MW | 0,019421 |

| Wariant wybrany | U_1 | N_{ok} jednostkowe | A_{ok} | Q_1 | q_1 | ΔO_{rOK+} | $N_{ok} + N_w$ | SPBT |
|-----------------|---------------------|----------------------|----------------|---------|----------|-------------------|----------------|-------|
| | W/m ² *K | zł/m ² | m ² | GJ/rok | MW | zł/rok | zł | lata |
| | 3,50 | 1200,00 | 57,54 | 125,877 | 0,015485 | 1353,47 | 69048,00 | 51,02 |

dane do obliczeń:

| | symbol | stan istniejący | wariant 1 | wariant 2 |
|--|--------|-----------------|-----------|-----------|
| strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h | vobl | 918,7 | 612,5 | 612,5 |
| współczynnik przepływu, m ³ /((m*h*daPa ^(2/3))) | a | 3 | 0,5 | 0,5 |
| współczynnik korekcyjny | c_r | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| współczynnik korekcyjny | c_m | 1,5 | 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/m ³ | 1 000 | 1 000 |
| jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{cw} | l/os | 5,0 | 5,0 |
| ilość osób, L_i | os | 720 | 720 |
| temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_{cw} | °C | 55 | 55 |
| temperatura wody zimnej, θ_0 | °C | 10 | 10 |
| czas użytkowania, t_{uz} | doba | 200 | 200 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,rd}=V_{cw} * L_i * c_w * \rho_w * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_f * t_{uz} / (1000 * 3600)$ | kWh/rok | 37 710,00 | 37 710,00 |
| sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$ | - | 0,95 | 0,95 |
| sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$ | - | 0,80 | 0,80 |
| sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$ | - | 0,86 | 0,86 |
| sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$ | - | 1,00 | 1,00 |
| sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$ | - | 0,65 | 0,65 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$ | kWh/rok | 57 695,84 | 57 695,84 |
| roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{k,w}$ | GJ/rok | 207,71 | 207,71 |
| średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\acute{s}r}=(L_i * V_{cw}) / (10 * 1000)$ | m ³ /h | 0,36 | 0,36 |
| współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32 * L_i^{-0,244}$ | - | 1,87 | 1,87 |
| zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwi}=c_w * \rho_w * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_f / \eta_{w,tot} / 10^6$ | GJ/m ³ | 0,29 | 0,29 |
| maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\acute{s}r} * Q_{cwi} * N_h * 10^6 / 3600$ | kW | 53,99 | 53,99 |
| średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max} / N_h$ | kW | 28,85 | 28,85 |
| koszty zmienne c.w.u. | zł/GJ | 49,96 | 49,96 |
| koszty stałe c.w.u. | zł/MW*mc | 6 528,18 | 6528,18 |
| abonament c.w.u. | zł/mc | 0,00 | 0,00 |
| koszty wytworzenia c.w.u. | zł/rok | 12 637,37 | 12 637,37 |

7.4 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lata] |
|--|-----------------------------|-------------|
| Strop pod dachem | 45 583,20 | 4,6 |
| Mur z luksferów | 9 742,85 | 6,5 |
| Naświetla | 356 481,00 | 6,6 |
| Stropodach pełny | 660 998,40 | 11,9 |
| Ściana zewnętrzna bud. C | 62 874,75 | 14,1 |
| Ściana zewnętrzna 38 cm | 359 872,27 | 14,3 |
| Ściana w gruncie 38 cm | 16 994,40 | 22,3 |
| Okna zewnętrzne stare | 884 278,60 | 29,4 |
| Drzwi zewnętrzne drewniane | 69 048,00 | 51,0 |

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

| współczynniki sprawności w stanie istniejącym | symbol | wartość |
|--|----------------------------|---------|
| sprawność wytwarzania ciepła | η_g | 0,95 |
| sprawność przesyłania ciepła | η_d | 0,92 |
| sprawność regulacji i wykorzystania ciepła | η_e | 0,86 |
| 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 | 0,91 |
| sprawność całkowita systemu grzewczego | $\eta_g\eta_d\eta_e\eta_s$ | 0,75 |

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

| L.p. | opis wariantu | $\eta_w\eta_o\eta_r\eta_e$ | w_t | w_d | SZE | ΔO_{rco} | N_{co} | SPBT |
|------|---|----------------------------|-------|-------|----------|------------------|------------|------|
| | | - | - | - | GJ/rok | zł/rok | zł | lata |
| 1 | stan istniejący | 0,75 | 0,85 | 0,91 | 4460,28 | - | - | - |
| 2 | Zakres modernizacji c.o. obejmuje wymianę wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz ze starymi grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników na pionach. | 0,84 | 0,85 | 0,91 | 4 460,28 | 23 958,12 | 282 000,00 | 11,8 |

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 | $\eta_g =$ | 0,95 | → | 0,95 |
| | bez zmian | | | | |
| 2 | Przesyłanie ciepła | $\eta_d =$ | 0,92 | → | 0,95 |
| | wymiana instalacji rozprowadzającej wraz z grzejnikami w budynku szkoły | | | | |
| 3 | Regulacja i wykorzystanie ciepła | $\eta_e =$ | 0,86 | → | 0,93 |
| | zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych oraz instalacji o znikomej bezwładności cieplnej | | | | |
| 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 | $w_d =$ | 0,91 | → | 0,91 |
| | bez zmian | | | | |
| Sprawność całkowita systemu : $\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s =$ | | $\eta_{\text{całk}}$ | 0,75 | → | 0,84 |

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 | 0,7760 | 4460,28 |
| Wariant | | |
| w9 Strop pod dachem | 0,7560 | 3980,70 |
| w8 Mur z luksferów | 0,7527 | 3955,45 |
| w7 Naświetla | 0,6473 | 3017,35 |
| w6 Stropodach pełny | 0,5218 | 2181,07 |
| w5 Ściana zewnętrzna bud. C | 0,5117 | 2097,15 |
| w4 Ściana zewnętrzna 38 cm | 0,4544 | 1757,28 |
| w3 Ściana w gruncie 38 cm | 0,4538 | 1753,07 |
| w2 Okna zewnętrzne stare | 0,4280 | 1436,46 |
| w1 Drzwi zewnętrzne drewniane | 0,4280 | 1409,53 |

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 | 2 762 873,46 | 191 687,56 | 68,60% | 2 762 873,46 | 552 574,69 | 442 059,75 | 383 375,13 |
| 2 | WARIANT 2 | 2 693 825,46 | 190 447,59 | 68,08% | 2 693 825,46 | 538 765,09 | 431 012,07 | 380 895,18 |
| 3 | WARIANT 3 | 1 809 546,86 | 173 846,06 | 62,00% | 1 809 546,86 | 361 909,37 | 289 527,50 | 347 692,11 |
| 4 | WARIANT 4 | 1 792 552,46 | 173 605,68 | 61,92% | 1 792 552,46 | 358 510,49 | 286 808,39 | 347 211,35 |
| 5 | WARIANT 5 | 1 432 680,20 | 153 469,65 | 55,39% | 1 432 680,20 | 286 536,04 | 229 228,83 | 306 939,31 |
| 6 | WARIANT 6 | 1 369 805,45 | 148 814,41 | 53,78% | 1 369 805,45 | 273 961,09 | 219 168,87 | 297 628,81 |
| 7 | WARIANT 7 | 708 807,05 | 100 476,09 | 37,71% | 708 807,05 | 141 761,41 | 113 409,13 | 200 952,18 |
| 8 | WARIANT 8 | 352 326,05 | 49 028,30 | 19,69% | 352 326,05 | 70 465,21 | 56 372,17 | 98 056,59 |
| 9 | WARIANT 9 | 342 583,20 | 47 602,15 | 19,21% | 342 583,20 | 68 516,64 | 54 813,31 | 95 204,30 |
| 10 | WARIANT 10 | 297 000,00 | 23 958,12 | 9,99% | 297 000,00 | 59 400,00 | 47 520,00 | 47 916,24 |

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: | 68,6% |
| 2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi: | 2 762 873,46 zł |
| 3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi: | 0,00 zł |
| 4. Wysokość premii termomodernizacyjnej | 383 375,13 zł |

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

1. Docieplić ściany zewnętrzne warsztatów, łącznika i sali gimnastycznej styropianem o grubości 13 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040$ W/(mK).
2. Docieplić ściany w gruncie (łącznik) styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego $\lambda=0,032$ W/(mK).
3. Docieplić stropodach pełny warsztatów, łącznika i sali gimnastycznej styropapą o grubości 15 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,040$ W/(mK).
4. Docieplić strop pod dachem budynku A,B,C wełną mineralną o grubości 14 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040$ W/(mK). W celu zabezpieczenia izolacji stropu należy wykonać podesty z płyt pilśniowych lub płyt OSB.
5. Wymienić stare okna zewnętrzne w budynku szkoły na nowe, drewniane z automatycznymi nawiewnikami powietrza. Współczynnik przenikania dla okna $U=1,4$ W/(m²K).
6. Wymienić stare naświetla nad warsztatami na nowe. Współczynnik przenikania dla naświetli $U=1,5$ W/(m²K).
7. Wykonać remont zabytkowych drewnianych drzwi zewnętrznych
8. Wykonać zamurowanie luksferów.
9. Zmodernizować system c.o.: wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz ze starymi grzejnikami, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników 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, zastosowanie przygrzejnikowych zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników na pionach. | 141 | 2 000,00 | 282 000,00 |
| RAZEM | | | 282 000,00 |

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

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

| OPIS | POWIERZCHNIA, m2 | CENA JEDNOSTKOWA, | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|--|------------------|-------------------|----------------------|
| Przegroda 1 SZ51 C Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 13 cm | 337,13 | 186,50 | 62 874,75 |
| Przegroda 2 SZ38 Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 13 cm | 1 929,61 | 186,50 | 359 872,27 |
| Przegroda 3 STRP Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie płyt styropapy. Grubość izolacji: 15 cm | 4 131,24 | 160,00 | 660 998,40 |
| Przegroda 4 STR Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 14 cm | 701,28 | 65,00 | 45 583,20 |
| Przegroda 5 SG 38 Ocieplenie ścian piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką moką (bezsponowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm | 70,81 | 240,00 | 16 994,40 |
| Przegroda 6 LUK Przymyrowanie ścian z luksferów Grubość izolacji: 25 cm | 23,06 | 422,50 | 9 742,85 |
| RAZEM | | | 1 156 065,86 |

| | |
|---|-----------|
| Koszty opracowania audytu energetycznego, projektu termomodernizacji, projektu instalacji centralnego ogrzewania, nadzorów autorskich. | 15 000,00 |
|---|-----------|

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

| OPIS | POWIERZCHNIA, m2 | CENA JEDNOSTKOWA, | WARTOŚĆ, zł (brutto) |
|---|------------------|-------------------|----------------------|
| Okno 1 Okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe okna z nawiewnikami. Współczynnik U= 1,40 W/(m ² K) | 559,67 | 1 580,00 | 884 278,60 |
| Okno 2 Naświetla Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe okna. Współczynnik U= 1,50 W/m ² K | 792,18 | 450,00 | 356 481,00 |
| Drzwi 1 Drzwi zewnętrzne drewniane Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 3,50 W/(m ² K) | 57,54 | 1 200,00 | 69 048,00 |
| RAZEM | | | 1 309 807,60 |

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 | SZ51 C | Ściana zewnętrzna bud. C | 1,15 | 337,13 |
| Przegroda 2 | SZ38 | Ściana zewnętrzna 38 cm | 1,13 | 1 929,61 |
| Przegroda 3 | STRP | Stropodach pełny | 1,07 | 4 131,24 |
| Przegroda 4 | STR | Strop pod dachem | 0,99 | 701,28 |
| Przegroda 5 | SG 38 | Ściana w gruncie 38 cm | 0,90 | 70,81 |
| Przegroda 6 | LUK | Mur z luksferów | 4,08 | 23,06 |
| Przegroda 7 | SZ 66 | Ściana zewnętrzna 66 cm | 0,94 | 930,06 |
| Przegroda 8 | SZ51 | Ściana zewnętrzna bud. B | 1,15 | 409,00 |
| Przegroda 9 | SZ86 | Ściana zewnętrzna 86 cm | 0,76 | 102,15 |
| Okno 1 | OZS | Okna zewnętrzne stare | 2,60 | 559,67 |
| Okno 2 | OZS NAŚ | Naświetla | 5,00 | 792,18 |
| Okno 3 | OZN | Okna zewnętrzne nowe | 1,60 | 276,41 |
| Drzwi 1 | DZD | Drzwi zewnętrzne drewniane | 3,50 | 57,54 |
| Drzwi 2 | DZN | Drzwi zewnętrzne nowe | 2,50 | 23,00 |

10.2. Załącznik nr 2 - Obliczenie zapotrzebowania ciepła - wydruk z programu

Wyniki - Ogólne

| | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | | |
| Miejscowość: | Jelenia Góra, ul. Cieplicka 34 | |
| Adres: | Zespół Szkół Rzemiosł Artystycznych | |
| 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 - miesiąc | |
| 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 : | 5709,1 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 18188,8 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 603119 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 172866 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 775985 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 775985 | 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 $V_{v,H}$: | 22539,2 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 4460,28 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 1238966 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 5709 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 18188,8 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 781,3 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 217,0 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 245,2 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 68,1 | 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 | -1,5 | 742,80 | 68,91 | 43,89 | 400,86 | 0,948 | 109,89 | 252,31 | 913,14 | 16588 | 7739,0 |
| Luty | -2,4 | 702,21 | 62,24 | 42,27 | 378,91 | 0,937 | 150,21 | 227,89 | 831,30 | 16546 | 7739,0 |
| Marzec | 4,6 | 507,94 | 68,91 | 43,89 | 274,41 | 0,835 | 251,59 | 252,31 | 474,20 | 17641 | 7739,0 |
| Kwiecień | 6,3 | 428,22 | 66,68 | 34,78 | 231,46 | 0,744 | 351,68 | 244,17 | 318,03 | 17842 | 7739,0 |
| Maj | 11,6 | 238,44 | 68,91 | 25,08 | 129,32 | 0,503 | 459,19 | 252,31 | 103,60 | 20123 | 7739,0 |
| Czerwiec | 15,0 | 104,06 | 66,68 | 13,76 | 56,94 | 0,294 | 460,52 | 244,17 | 34,46 | 23820 | 7322,9 |
| Lipiec | 16,5 | 53,77 | 68,91 | 7,30 | 29,42 | 0,189 | 477,37 | 252,31 | 21,66 | 34358 | 7322,9 |
| Sierpień | 15,3 | 96,78 | 68,91 | 3,57 | 52,96 | 0,282 | 424,94 | 252,31 | 31,20 | 32305 | 7322,9 |
| Wrzesień | 12,0 | 215,84 | 66,68 | 6,07 | 117,12 | 0,569 | 277,63 | 244,17 | 108,68 | 18737 | 7739,0 |
| Październik | 7,7 | 388,59 | 68,91 | 14,22 | 210,16 | 0,782 | 224,54 | 252,31 | 309,01 | 17377 | 7739,0 |
| Listopad | 4,5 | 495,28 | 66,68 | 24,27 | 267,57 | 0,889 | 133,92 | 244,17 | 517,52 | 17015 | 7739,0 |
| Grudzień | 0,5 | 665,80 | 68,91 | 35,94 | 359,40 | 0,939 | 101,72 | 252,31 | 797,48 | 16660 | 7739,0 |
| W sezonie | 7,6 | 4639,73 | 811,32 | 295,00 | 2508,53 | 0,593 | 3423,21 | 2970,70 | 4460,28 | 17836 | 7747,6 |

Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A | Q _{proc} |
|---------|----------------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| | | W/m ² ·K | m ² | % |
| DACH C | dach bud C | 1,025 | 66,00 | 0,4 |
| DZD | Drzwi zewnętrzne drewniane | 3,500 | 57,54 | 1,2 |
| DZN | Drzwi zewnętrzne nowe | 2,500 | 23,00 | 0,3 |
| LUK | mur z luksferów | 4,082 | 23,06 | 0,5 |
| OZN | Okna zewnętrzne nowe | 1,600 | 276,41 | 2,6 |
| OZS | Okna zewnętrzne stare | 2,600 | 559,67 | 7,9 |
| OZS NAŚ | Naświetla | 5,000 | 792,18 | 22,5 |
| PG 38 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 150,99 | 0,1 |
| PG 38 2 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 3469,94 | 3,4 |
| PG 51 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 197,01 | 1,0 |
| PG 86 | Podłoga na gruncie | 0,364 | 651,75 | 2,6 |
| SG 38 | Ściana w gruncie 86 cm | 0,902 | 64,91 | 0,3 |
| SG 86 | Ściana w gruncie 86 cm | 0,481 | 177,90 | 0,5 |
| STR | Strop pod dachem | 0,985 | 768,53 | 13,7 |
| STRP | stropodach pełny | 1,069 | 3843,01 | 22,3 |
| SZ 66 | Ściana zewnętrzna 66 cm | 0,940 | 930,06 | 5,1 |
| SZ38 | Ściana zewnętrzna 38 cm | 1,130 | 1678,65 | 10,4 |
| SZ51 | Ściana zewnętrzna bud. B | 1,151 | 409,00 | 2,7 |
| SZ51 C | Ściana zewnętrzna bud. C | 1,151 | 290,98 | 1,9 |
| SZ86 | Ściana zewnętrzna 86 cm | 0,756 | 102,15 | 0,5 |

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 |
| DACH C | dach bud C | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| SAL-AZB30 | 0,0050 | Salonit (30% azbestu, 10% wilgoci). | 0,791 | 2200 | 0,840 | 0,006 |
| SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| WAR.POW.SW | 0,0300 | Warstwa powietrzna słabo wentylowana. | | | | 0,080 |
| POLIETYLEN | 0,0001 | Folia polietylenowa. | 0,200 | 1300 | 1,420 | 0,001 |
| WEŁNAF-STR | 0,0250 | Filce i maty z wełny mineralnej w stropi | 0,052 | 70 | 0,750 | 0,481 |
| 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]: | | | | | | 0,976 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,025 |
| LUK | mur z luksferów | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| LUX_ | 0,0600 | mur z luksferów | 0,800 | 2000 | 0,840 | 0,075 |
| 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]: | | | | | | 0,245 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 4,082 |
| PG 38 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG 38 | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 9,00 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| PG 38 2 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ38 | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m | | | | | | |

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 |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh} = m$ i długości $D_h = m$ | | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv} = m$ i długości $D_v = m$ | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| | | | | | | |
| PG 51 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ51 C | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m | | | | | | |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości $d_{nh} = m$ i długości $D_h = m$ | | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości $d_{nv} = m$ i długości $D_v = m$ | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| | | | | | | |
| PG 86 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG 86 | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,50 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m | | | | | | |
| BUK | 0,0200 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | | 0,091 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,751 |

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 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,364 |
| SG 38 | Ściana w gruncie 86 cm | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG 38 | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m | | | | | | |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| CEGŁA-PEŁN | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,596 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,108 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,902 |
| SG 86 | Ściana w gruncie 86 cm | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG 86 | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80 m | | | | | | |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| CEGŁA-PEŁN | 0,8600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 1,117 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,945 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,080 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,481 |
| STR | Strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| WAR.POW | 0,0500 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
| GLINA | 0,0300 | Glina. | 0,850 | 1800 | 0,840 | 0,035 |
| TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
| SOSNA | 0,0230 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,144 |
| 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]: | | | | | | 1,016 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,985 |
| STRP | stropodach pełny | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
| PŁ-WIÓ-CE6 | 0,1000 | Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k | 0,150 | 600 | 2,090 | 0,667 |
| ŻELBET | 0,1600 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,094 |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |

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 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]: | | | | | | 0,936 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,069 |
| SZ 66 | Ściana zewnętrzna 66 cm | | | | | |
| 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 | 0,6600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,857 |
| 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]: | | | | | | 1,064 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,940 |
| SZ38 | Ściana zewnętrzna 38 cm | | | | | |
| 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-KRAT | 0,3800 | Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento | 0,560 | 1300 | 0,880 | 0,679 |
| 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]: | | | | | | 0,885 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,130 |
| SZ51 | Ściana zewnętrzna bud. B | | | | | |
| 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 |
| 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]: | | | | | | 0,869 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,151 |
| SZ51 C | Ściana zewnętrzna bud. C | | | | | |
| 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 |
| 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]: | | | | | | 0,869 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,151 |
| | | | | | | |
| SZ86 | Ściana zewnętrzna 86 cm | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| CEGLA-PEŁN | 0,8600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 1,117 |
| 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]: | | | | | | 1,323 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,756 |
| | | | | | | |

Wyniki - Ogólne

| | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Podstawowe informacje: | | |
| Nazwa projektu: | | |
| Miejscowość: | Jelenia Góra, ul. Cieplicka 34 | |
| Adres: | Zespół Szkół Rzemiosł Artystycznych | |
| 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 - miesiąc | |
| 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 : | 5709,1 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 18188,8 | m ³ |
| Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 255140 | W |
| Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 172866 | W |
| Całkowita projektowa strata ciepła Φ : | 428006 | W |
| Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} : | 428006 | 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 $V_{v,H}$: | 17916,2 | m ³ /h |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 1409,53 | GJ/rok |
| Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$: | 391535 | kWh/rok |
| Powierzchnia ogrzewana budynku A_H : | 5709 | m ² |
| Kubatura ogrzewana budynku V_H : | 18188,8 | m ³ |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 246,9 | MJ/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H : | 68,6 | kWh/(m ² ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 77,5 | MJ/(m ³ ·rok) |
| Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H : | 21,5 | 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 | 300,59 | 15,50 | 41,27 | 318,00 | 0,927 | 98,67 | 252,31 | 350,11 | 6943,8 | 6152,6 |
| Luty | -2,4 | 284,14 | 14,00 | 39,86 | 300,62 | 0,909 | 133,44 | 227,89 | 310,03 | 6948,5 | 6152,6 |
| Marzec | 4,6 | 205,73 | 15,50 | 41,27 | 217,48 | 0,733 | 219,70 | 252,31 | 134,04 | 7505,2 | 6152,6 |
| Kwiecień | 6,3 | 173,51 | 15,00 | 32,37 | 183,35 | 0,601 | 304,82 | 244,17 | 74,06 | 7481,3 | 6152,6 |
| Maj | 11,6 | 96,87 | 15,50 | 22,76 | 102,12 | 0,343 | 396,63 | 252,31 | 14,91 | 8264,9 | 6152,6 |
| Czerwiec | 15,0 | 42,58 | 15,00 | 11,68 | 44,61 | 0,173 | 397,46 | 244,17 | 2,65 | 9092,1 | 5736,5 |
| Lipiec | 16,5 | 22,00 | 15,50 | 5,13 | 23,05 | 0,097 | 411,81 | 252,31 | 1,37 | 13060 | 5736,5 |
| Sierpień | 15,3 | 39,60 | 15,50 | 1,56 | 41,48 | 0,154 | 368,41 | 252,31 | 2,47 | 17802 | 5736,5 |
| Wrzesień | 12,0 | 87,73 | 15,00 | 4,11 | 92,45 | 0,382 | 241,38 | 244,17 | 13,72 | 6673,6 | 6152,6 |
| Październik | 7,7 | 157,52 | 15,50 | 12,07 | 166,39 | 0,642 | 196,44 | 252,31 | 63,25 | 6783,2 | 6152,6 |
| Listopad | 4,5 | 200,60 | 15,00 | 22,02 | 212,05 | 0,819 | 118,80 | 244,17 | 152,43 | 6898,9 | 6152,6 |
| Grudzień | 0,5 | 269,49 | 15,50 | 33,44 | 285,04 | 0,911 | 91,39 | 252,31 | 290,49 | 6895,7 | 6152,6 |
| W sezonie | 7,6 | 1880,37 | 182,48 | 267,54 | 1986,64 | 0,489 | 2978,95 | 2970,70 | 1409,53 | 7251,0 | 6161,1 |

Wyniki - Zestawienie przegród

| Symbol | Opis | U | A | Q _{proc} |
|---------|----------------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| | | W/m ² ·K | m ² | % |
| DACH C | dach bud C | 1,025 | 66,00 | 0,9 |
| DZD | Drzwi zewnętrzne drewniane | 3,500 | 57,54 | 2,8 |
| DZN | Drzwi zewnętrzne nowe | 2,500 | 23,00 | 0,8 |
| LUK | mur z luksferów | 0,243 | 23,06 | 0,1 |
| OZN | Okna zewnętrzne nowe | 1,600 | 276,41 | 6,2 |
| OZS | Okna zewnętrzne stare | 1,400 | 559,67 | 10,5 |
| OZS NAŚ | Naświetla | 1,500 | 792,18 | 16,7 |
| PG 38 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 150,99 | 0,3 |
| PG 38 2 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 3443,75 | 7,6 |
| PG 51 | Podłoga na gruncie | 0,372 | 197,01 | 2,0 |
| PG 86 | Podłoga na gruncie | 0,364 | 651,75 | 6,1 |
| SG 38 | Ściana w gruncie 86 cm | 0,184 | 64,91 | 0,2 |
| SG 86 | Ściana w gruncie 86 cm | 0,481 | 177,90 | 1,3 |
| STR | Strop pod dachem | 0,221 | 768,53 | 7,3 |
| STRP | stropodach pełny | 0,213 | 3869,20 | 10,6 |
| SZ 66 | Ściana zewnętrzna 66 cm | 0,940 | 930,06 | 12,1 |
| SZ38 | Ściana zewnętrzna 38 cm | 0,242 | 1678,65 | 5,9 |
| SZ51 | Ściana zewnętrzna bud. B | 1,151 | 409,00 | 6,5 |
| SZ51 C | Ściana zewnętrzna bud. C | 0,243 | 290,98 | 1,1 |
| SZ86 | Ściana zewnętrzna 86 cm | 0,756 | 102,15 | 1,1 |

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 |
| DACH C | dach bud C | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| SAL-AZB30 | 0,0050 | Salonit (30% azbestu, 10% wilgoci). | 0,791 | 2200 | 0,840 | 0,006 |
| SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| WAR.POW.SW | 0,0300 | Warstwa powietrzna słabo wentylowana. | | | | 0,080 |
| POLIETYLEN | 0,0001 | Folia polietylenowa. | 0,200 | 1300 | 1,420 | 0,001 |
| WEŁNAF-STR | 0,0250 | Filce i maty z wełny mineralnej w stropi | 0,052 | 70 | 0,750 | 0,481 |
| 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]: | | | | | | 0,976 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,025 |
| LUK | mur z luksferów | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| LUX_ | 0,0600 | mur z luksferów | 0,800 | 2000 | 0,840 | 0,075 |
| STYROPIANS | 0,1550 | Styropian ułożony szczelnie. | 0,040 | 30 | 1,460 | 3,875 |
| 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]: | | | | | | 4,120 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,243 |
| PG 38 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG 38 | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 9,00 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z : 1,00 m | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| PG 38 2 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ38 | | | | | | |

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 |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m | | | | | | |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m | | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| | | | | | | |
| PG 51 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SZ51 C | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m | | | | | | |
| Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m | | | | | | |
| Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m | | | | | | |
| PCW | 0,0050 | PCW. | 0,200 | 1300 | 1,260 | 0,025 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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]: | | | | | | 2,685 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,372 |
| | | | | | | |
| PG 86 | Podłoga na gruncie | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Ściana przy podłodze: SG 86 | | | | | | |
| Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 8,50 m | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,50 m | | | | | | |
| BUK | 0,0200 | Drewno bukowe w poprzek włókien. | 0,220 | 800 | | 0,091 |
| BET-CHUDY | 0,0400 | Podkład z betonu chudego. | 1,050 | 1900 | | 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 |

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 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,751 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,364 |
| SG 38 | Ściana w gruncie 86 cm | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG 38 | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,00 m | | | | | | |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| CEGŁA-PEŁN | 0,3800 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,494 |
| STYROPOR | 0,1200 | Styropor. | 0,032 | 22 | 1,400 | 3,750 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 1,186 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 5,448 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,184 |
| SG 86 | Ściana w gruncie 86 cm | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| Podłoga przyległa do ściany: PG 86 | | | | | | |
| Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,80 m | | | | | | |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| CEGŁA-PEŁN | 0,8600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 1,117 |
| Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: | | | | | | 0,945 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: | | | | | | 2,080 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,481 |
| STR | Strop pod dachem | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| !WEŁ 04 | 0,1400 | wełna mineralna 0,04 | 0,040 | 60 | 0,750 | 3,500 |
| SOSNA | 0,0200 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,125 |
| WAR.POW | 0,0500 | Warstwa powietrzna niewentylowana. | | | | 0,160 |
| GLINA | 0,0300 | Glina. | 0,850 | 1800 | 0,840 | 0,035 |
| TROCINY | 0,0300 | Trociny drzewne luzem. | 0,090 | 250 | 2,510 | 0,333 |
| SOSNA | 0,0230 | Drewno sosnowe w poprzek włókien. | 0,160 | 550 | 2,510 | 0,144 |
| 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]: | | | | | | 4,516 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,221 |
| STRP | stropodach pełny | | | | | |
| Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne | | | | | | |
| STYROPIANS | 0,1500 | Styropian ułożony szczelnie. | 0,040 | 30 | 1,460 | 3,750 |

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 |
| PAPA-ASF | 0,0030 | Papa asfaltowa. | 0,180 | 1000 | 1,460 | 0,017 |
| PŁ-WIÓ-CE6 | 0,1000 | Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k | 0,150 | 600 | 2,090 | 0,667 |
| ŻELBET | 0,1600 | Żelbet. | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,094 |
| 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]: | | | | | | 4,686 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,213 |
| SZ 66 | Ściana zewnętrzna 66 cm | | | | | |
| 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 | 0,6600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 0,857 |
| 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]: | | | | | | 1,064 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,940 |
| SZ38 | Ściana zewnętrzna 38 cm | | | | | |
| 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-KRAT | 0,3800 | Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento | 0,560 | 1300 | 0,880 | 0,679 |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| STYROPIANS | 0,1300 | Styropian ułożony szczelnie. | 0,040 | 30 | 1,460 | 3,250 |
| 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]: | | | | | | 4,135 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,242 |
| SZ51 | Ściana zewnętrzna bud. B | | | | | |
| 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 |
| 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]: | | | | | | 0,869 |
| Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 1,151 |
| SZ51 C | Ściana zewnętrzna bud. C | | | | | |

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: 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 |
| TYNK-CW | 0,0150 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna. | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 |
| STYROPIANS | 0,1300 | Styropian ułożony szczelnie. | 0,040 | 30 | 1,460 | 3,250 |
| 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]: | | | | | | 4,119 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,243 |
| | | | | | | |
| SZ86 | Ściana zewnętrzna 86 cm | | | | | |
| 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 | 0,8600 | Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw | 0,770 | 1800 | 0,880 | 1,117 |
| 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]: | | | | | | 1,323 |
| Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: | | | | | | 0,756 |
| | | | | | | |