

AUDYT ENERGETYCZNY Z AUDYTEM OŚWIETLENIA WNĘTRZ BUDYNKU

**GIMNAZJUM IM. GEN. KAZIMIERZA TAŃSKIEGO WRAZ Z SALĄ
GIMNASTYCZNĄ W CHMIELNIKU**

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie

Ustawy (Dz. U. Nr 223, poz. 1459) z dnia 21 listopada 2008 o wspieraniu termomodernizacji i remontów;



ADRES INWESTYCJI:

MIEJSCOWOŚĆ:

GMINA:

POWIAT:

WOJEWÓDZTWO:

CHMIELNIK, UL. SZKOLNA 7

CHMIELNIK

KIELECKI

ŚWIĘTOKRZYSKIE

WYKONAWCA AUDYTU:

USŁUGI PROJEKTOWO-BUDOWLANE

PROJEKT-TECHNIKA

UL. SKIBIŃSKIEGO 13

25-819 KIELCE

| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku | | | |
|--|---|---|--|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku: | | | |
| 1.1. Rodzaj budynku: | Użyteczności publicznej | 1.2. Rok ukończenia budowy: | 1925 |
| 1.3. Właściciel lub zarządca: | Gmina Chmielnik Plac Kościuszki 7 26-020 Chmielnik woj. świętokrzyskie | 1.4. Adres budynku: | Gimnazjum im. Kazimierza Tańskiego ul. Szkolna 7 26-020 Chmielnik woj. świętokrzyskie |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: Usługi Projektowo Budowlane „Projekt – Technika ul. Skibińskiego 13; 25-819 Kielce Regon: 260460496 www.projekt-technika.pl email: biuro@projekt-technika.pl | | | |
| 3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL, audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Dariusz Czerwik ul. Skibińskiego 13 25-819 Kielce 78061608271 | |  | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia) |
| 1 | - | - | - |
| 2 | - | - | - |
| 3 | - | - | - |
| 5. Miejscowość: Kielce | | Data wykonania opracowania: 06/02/2017 | |
| 6. Spis treści: | | | |
| 1. Strona tytułowa | | str.2 | |
| 2. Karta audytu energetycznego..... | | str.3 | |
| 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku | | str.5 | |
| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku | | str.7 | |
| 5. Ocena stanu technicznego budynku | | str.12 | |
| 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych | | str.14 | |
| 7. Określenie optymalnego wariantu termomodernizacyjnego..... | | str.15 | |
| 8. Opis wariantu optymalnego | | str.37 | |
| 9. Załączniki | | str.39 | |

| 2. Karta audytu energetycznego ¹⁾ | | | |
|--|--|--|---|
| 1. Dane ogólne: | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Konstrukcja / technologia budynku | tradycyjna | tradycyjna |
| 2. | Liczba kondygnacji | 4 | 4 |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 10762,30 | 10762,30 |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 2774,12 | 2774,12 |
| 5. | Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²] | 0,00 | 0,00 |
| 6. | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 2692,40 | 2692,40 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 384 | 384 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | Kocioł gazowy / elektr. podgrzewacze przepływowe | Kocioł gazowy / elektr. podgrzewacze akumulacyjne |
| 10. | Rodzaj systemu ogrzewania budynku | Kocioł gazowy | Kocioł gazowy |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | 0,35 | 0,35 |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | - | - |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K] | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne parter, I piętro, II piętro bud. gimnazjum: | 0,29 | 0,14 |
| 2. | Ściany zewnętrzne piwnic bud. gimnazjum: | 0,29 | 0,15 |
| 3. | Ściany zewnętrzne łącznika: | 0,31 | 0,13 |
| 4. | Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej: | 0,97 / 1,36 | 0,18 / 0,19 |
| 5. | Dach bud. gimnazjum: | 1,52 | 0,18 |
| 6. | Dach sali gimnastycznej: | 0,14 | 0,14 |
| 7. | Stropodach zaplecza sali gimnastycznej: | 0,86 | 0,16 |
| 8. | Stropodach łącznika: | 1,39 | 0,17 |
| 9. | Strop nad piwnicą: | 1,42 | 1,42 |
| 10. | Strop między kondygnacyjny: | 1,42 | 1,42 |
| 11. | Podłoga na gruncie w pom. ogrzewanych gimnazjum, łącznika: | 0,98 | 0,98 |
| 12. | Podłoga na gruncie sali gimnastycznej: | 0,52 | 0,27 |
| 6. | Okna zewnętrzne: | 2,00 | 1,10 |
| 7. | Drzwi zewnętrzne: | 2,20 | 1,50 |
| 8. | Inne: | - | - |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,92 | 0,92 |
| 2. | Sprawność przesyłania [-] | 0,80 | 0,80 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,77 | 0,89 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | 1,00 |

| | | | |
|--|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| 5. | Uwzgl. przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-] | 1,00 | 1,00 |
| 6. | Uwzgl. przerwy na ogrzewania w ciągu doby [-] | 1,00 | 0,95 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,65 / 0,97 | 0,65 / 0,96 |
| 2. | Sprawność przesyłania [-] | 0,60 / 1,00 | 0,60 / 0,80 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | - | - |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 0,65 / 1,00 | 0,65 / 0,85 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) | naturalna | naturalna / mechaniczna z odzyskiem |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | nieszczelności okien, kanały went. | wentylatory kanałowe wywiewne |
| 3. | Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h] | 17137,10 | 10888,8 / 6248,30 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [l/h] | 1,59 | 1,59 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna syst. grzewczego [kW] | 334,57 | 242,82 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW] | 11,52 | 17,12 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1204,61 | 783,23 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 2125,59 | 1195,70 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok] | 226,58 | 242,92 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | --- | --- |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | --- | --- |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² *rok)] | 124,30 | 80,80 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² *rok)] | 219,30 | 123,36 |
| 10. ²⁾ | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,00 | 3,37 |
| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) | | | |
| 1. | Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ] | 47,12 | 47,12 |
| 2. | Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 5691,22 | 5691,22 |

| | | | |
|--|--|--|-----------|
| 3. | Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³] | 0,00 | 0,00 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)] | 304,17 | 193,23 |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł/(m ² m-c)] | --- | --- |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 96,00 | 96,00 |
| 7. | Inne - opłata abonamentowa [zł] | 0,00 | 0,00 |
| 7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 1178979,96 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 41,38 |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 1178979,96 | Premia termomodernizacyjna [zł] | 116008,74 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | | | 58004,37 |
| ¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku; ²⁾ U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej; ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii; ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii; | | | |

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

3.1 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja Architektoniczna;
- Inwentaryzacja instalacji c.o., c.w.u.;
- Archiwalny projekt remontu budynku Gimnazjum w Chmielniku przy ul. Szkolnej 7 (data opracowania 2000 rok);
- Archiwalny projekt budowlany wymiany instalacji c.o. w budynku Gimnazjum z salą gimnastyczną , przy ul. Szkolnej 7 w Chmielniku;

3.2. Inne dokumenty i materiały pomocnicze

- Ustawy i Rozporządzenia:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. „w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.”;
 - 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 17 marca 2009r. „w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.”;
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015r. „zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.”;

- Ustawa „o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami ;
- Normy techniczne:
 - PN-EN ISO 6946 – „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.”;
 - PN-EN ISO 13790:2008 – „Obliczenia zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.”;
 - PN-83/B-03430 – „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.”;
 - PN-82/B-02402 – „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”;
 - PN-82/B-02403 – „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”;
 - PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego;
 - PN- ISO 9836:1997 – „Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”;
- Program komputerowy „Arcadia Termo” do obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło;
- Oferty firm budowlanych działających na rynku lokalnym dotyczące wykonania ocieplenia ścian zewnętrznych nadziemna i piwnic, dachu, dostawy stolarki okiennej i drzwiowej, wykonania instalacji c.o., c.w.u., inteligentnego systemu zarządzania energią budynku;
- Dokumentacja fotograficzna wykonana przez Audytora;
- Rachunki za energię elektryczną i ciepłą dla ustalenia stawek i kosztów ;

3.3. Osoby udzielające informacji

- Wszelkich informacji udzieliła:
 - Pan Zbigniew Kuza

3.4. Data wizji lokalnej

- Wizji lokalnej dokonano dniu 06.06.2016;

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Zmniejszenie kosztów ogrzewania i podgrzewania c.w.u. w budynku;
- Wykorzystanie pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej lub uzyskanie dotacji na wykonanie działań modernizacyjnych z innych źródeł;

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

- Inwestor deklaruje wkład własny zgodny z wymogami konkursu oraz możliwość zaciągnięcia zobowiązania finansowego zgodnie z wymogami konkursu;

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4a. Ogólne dane o budynku

| | | | |
|------------------------------|--|--|--------------------|
| Własność budynku | prywatna | spółdzielcza | publiczna X |
| Przeznaczenie budynku | mieszkalny | mieszkalno-usługowy ... | oświata X |
| Osiedle | | | |
| Adres | Gimnazjum im. Kazimierza Tańskiego ul. Szkolna 7 26-020 Chmielnik woj. świętokrzyskie | | |
| Budynek | wolnostojący X bliźniak | segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny | |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-------------------|----------|-----------------|---|-------|--|
| Rok budowy | | 1925 | | Rok zasiedlenia | | | |
| Technologia wykonania budynku | | tradycyjna | | | | | |
| 1. | Powierzchnia zabudowana ¹⁾ | [m ²] | 1617,10 | 11. | Liczba klatek schodowych | 3 | |
| 2. | Kubatura budynku ²⁾ | [m ³] | 16699,93 | 12. | Liczba kondygnacji | 4 | |
| 3. | Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii | [m ³] | 10762,30 | 13. | Wysokość kondygnacji w świetle | [m] | 2,70 - piwnica; 3,71 - parter; 3,64 - I piętro; 3,41 - II piętro; |
| 4. | Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ | [m ²] | 0,00 | 14. | Liczba mieszkańców / pracowników | 384 | |
| 5. | Powierzchnia korytarzy | [m ²] | 632,64 | 15. | Liczba mieszkań / pomieszczeń | 69 | |
| 6. | Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym | [m ²] | 0,00 | 16. | Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni <50 m ² | 44 | |
| 7. | Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy | [m ²] | 272,82 | 17. | Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni 50-100 m ² | 22 | |
| 8. | Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych | [m ²] | 1786,94 | 18. | Liczba mieszkań / pomieszczeń o powierzchni >100 m ² | 3 | |
| 9. | Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] | [m ²] | 2692,40 | 19. | Liczba mieszkań / pomieszczeń z WC w łazience | 0 | |
| 10. | Budynek podpiwniczony | | Tak | 20. | Liczba mieszkań / pomieszczeń z WC osobno | 6 | |

¹⁾²⁾ PN-ISO 9836:1997

Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.

4.b. Uproszczona dokumentacja techn. w załącznikach

Elewacja północna:



Elewacja zachodnia:



Elewacja wschodnia



Elewacja południowa



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Gimnazjum im. Kazimierza Tańskiego w Chmielniku zbudowane zostało w latach dwudziestych XX wieku. Istniejący budynek szkoły wykonany jest w technologii tradycyjnej murowanej z dachem wielospadowym o konstrukcji drewnianej, stropy gęstożebrowe Kleina. Jest to obiekt edukacyjny trzykondygnacyjny z piwnicą połączony parterowym łącznikiem z budynkiem Sali gimnastycznej. W piwnicy zlokalizowane są szatnie uczniów, sanitariaty, pomieszczenia magazynowe, kuchnia i pomieszczenia porządkowe. Na parterze umieszczono 2 sale lekcyjne, małą salę gimnastyczną, sanitariaty, bibliotekę oraz świetlicę. Na I i II piętrze znajduje się 6 sal lekcyjnych, sanitariaty oraz pomieszczenia porządkowe.

Budynek Sali gimnastycznej połączony jest parterowym łącznikiem z budynkiem dydaktycznym Gimnazjum. Na parterze znajdują się: główna sala gimnastyczna, gabinety, magazyny, sanitariaty oraz pomieszczenia porządkowe. Na I piętrze znajduje się sala gimnastyczna pomocnicza oraz balkon (antresola) przy głównej sali gimnastycznej. Budynki podłączone są do sieci wodociągowej, kanalizacji sanitarnej, elektroenergetycznej i telekomunikacyjnej.

Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania, c.w.u., kanalizacji sanitarnej, elektryczną oświetleniową i wentylacji grawitacyjnej.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

| Lp. | Opis | Pow. całk. [m ²] | Pow. do obl. strat ciepła [m ²] | U _K [W/(m ² K)] |
|-----|--|------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1. | Ściany zewnętrzne parter, I piętro, II piętro bud gimnazjum: | 1002,00 | 1002,00 | 0,29 |
| 2. | Ściany zewnętrzne piwnic bud gimnazjum: | 517,50 | 517,50 | 0,29 |
| 3. | Ściany zewnętrzne łącznika: | 76,00 | 70,50 | 0,31 |
| 4. | Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej strona N i W: | 310,00 | 307,50 | 0,97 |
| 5. | Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej strona S i E: | 386,50 | 370,00 | 1,36 |
| 6. | Dach bud. gimnazjum: | 767,00 | 767,00 | 1,52 |
| 7. | Dach sali gimnastycznej: | 560,66 | 560,66 | 0,14 |
| 8. | Stropodach zaplecza sali gimnastycznej: | 315,00 | 315,00 | 0,86 |
| 9. | Stropodach łącznika: | 82,00 | 82,00 | 1,39 |
| 10. | Strop nad piwnicą: | 462,69 | 462,69 | 1,42 |
| 11. | Strop międzykondygnacyjny: | 462,69 | 462,69 | 1,42 |
| 12. | Podłoga na gruncie sali gimnastycznej: | 397,98 | 397,98 | 0,52 |
| 13. | Podłoga na gruncie w pom. ogrzewanych gimnazjum, łącznika: | 1219,12 | 1219,12 | 0,98 |
| 14. | Okna zewnętrzne | 446,04 | 446,04 | 2,00 / 1,60 |
| 15. | Drzwi zewnętrzne | 21,97 | 21,97 | 2,20 |

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|------------------------------|
| 1. | Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.) | q _{moc} [kW] 334,57 |

| | | | |
|----|--|--|------------------|
| 2. | Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.) | q [kW] | 412,21 |
| 3. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzgl. sprawności systemu ogrzewania | Q _H [GJ] | 1204,61 |
| 4. | Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła | E = Q _H /V [kWh/m ³ a] | 31,09 |
| 5. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | Q _s [GJ] | 2125,59 |
| 6. | Taryfa opłat (z VAT) | | |
| | opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie | [zł/MW] | 5691,22 / 304,17 |
| | opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika | [zł/GJ] | 47,12 / 151,78 |
| | opłata abonamentowa miesięcznie | [zł] | 96,00 |

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|--|---|
| 1. | Typ instalacji | Źródło ciepła: kocioł gazowy |
| 2. | Parametry instalacji | 70 / 55 [°C] |
| 3. | Przewody w instalacji | Stalowe |
| 4. | Rodzaje grzejników | Płytowe |
| 5. | Oślonienie grzejników | Nie |
| 6. | Zawory termostacyjne | Nie |
| 7. | Sprawności składowe systemu grzewczego | $\eta_{H,g} = 0,92$; $\eta_{H,d} = 0,80$; $\eta_{H,e} = 0,77$; $\eta_{H,s} = 1,00$ |
| 8. | Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę | Bez przerw |
| 9. | Modernizacja instalacji w latach 1935 - 2014 | 2011r. - Wymiana instalacji c.o. w budynku gimnazjum wraz z salą gimnastyczną; |

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---|
| 1. | Rodzaj instalacji | C.w.u. dla bud. gimnazjum przygotowywana jest centralnie w lokalnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w przyległym budynku Szkoły Podstawowej. W przypadku części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej, c.w.u. przygotowana jest za pomocą elektrycznych podgrzewaczy przypiływowych; |
| 2. | Piony i ich izolacja | Brak izolacji |
| 3. | Opomiarowanie (wodomierze indywidualne) | --- |
| 4. | Zużycie ciepłej wody w m ² /m-c określone wg pomiaru | --- |

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

| Lp. | Rodzaj danych | Dane w stanie istniejącym |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | Grawitacyjna |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h] | 17137,10 |

4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

W chwili obecnej przedmiotowy budynek wraz z salą gimnastyczną zasilane są w czynnik grzewczy z istniejącej kotłowni gazowej zlokalizowanej w przyległym budynku Szkoły Podstawowej. Instalacja z regulatorem ciśnienia i automatyką pogodową;

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek Gimnazjum jest trzykondygnacyjnym obiektem edukacyjnym z piwnicą, połączonym parterowym łącznikiem z budynkiem sali gimnastycznej. Wykonany jest w technologii tradycyjnej murowanej z dachem wielospadowym o konstrukcji drewnianej oraz gęstożebrowymi stropami Kleina. Ogólny stan elementów konstrukcyjnych obiektu jest dobry.

Ponieważ przegrody zewnętrzne wykazują niską izolacyjność termiczną, budynek przeznaczony jest do termomodernizacji polegającej na dociepleniu ścian fundamentowych, ścian piwnic oraz ścian zewnętrznych. Należy również ocieplić dach nad budynkiem szkoły oraz stropodach łącznika, a także dach nad niższą częścią sali gimnastycznej. Wymagana jest również termomodernizacja podłogi na poddaszu nieużytkowym (budynek szkoły) oraz posadzki w sali gimnastycznej.

Ze względu na szczelność oraz wyższą od minimalnego wartość współczynnika przenikania ciepła, do wymiany przeznaczone są zewnętrzne okna sali gimnastycznej i łącznika oraz stolarka drzwiowa w budynku szkoły, sali gimnastycznej i łącznika.

5.2. System grzewczy

Istniejąca instalacja centralnego ogrzewania zasilana jest z kotłowni gazowej zlokalizowanej w przyległym budynku Szkoły Podstawowej. Instalacja pracuje na parametrach 90°C/70°C. Składa się z dwururowego systemu wodnego z rozdziałem dolnym. Występują dwa niezależne obiegi dla budynku Gimnazjum i budynku sali gimnastycznej. Źródłem ciepła dla instalacji C.O. jest kotłownia gazowa o mocy $Q=605,0$ kW. W budynku znajdują się pomieszczenia które zimną są w mniejszym i większym stopniu niedogrzone.

Ogólny stan techniczny kotłowni gazowej oraz instalacji rurowej jest dobry. Ze względu na termomodernizację budynku zmianie ulegnie zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń. Ponieważ obecne grzejniki płytowe – w przeważającej części z niesprawnymi zaworami grzejnikowymi i głowicami termostatycznymi - cechuje stosunkowo mała sprawność, zaleca się wymianę grzejników na dostosowane do zakładanych obliczeń.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w zasobniku o poj. ok. 550l zlokalizowanym w kotłowni przyległego budynku Szkoły Podstawowej. Stamtąd – wraz z wodą zimną - doprowadzona jest do przyborów sanitarnych w budynku Gimnazjum. Obecnie działająca instalacja c.w.u. posiada braki w izolacji, a instalacja cyrkulacji została wykonana prowizorycznie. Stan techniczny systemu c.w.u. można określić jako dostateczny.

W części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej, c.w.u. przygotowana jest za pomocą starych elektrycznych podgrzewaczy przypiływowych. Ponieważ cechuje je mała sprawność, należy je zastąpić nowymi.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela;

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposoby poprawy |
|-----|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | <p><u>Przegrody zewnętrzne:</u> Ściany zewnętrzne piwnic, parteru, I piętra, II piętra, dach bud. gimnazjum, stropodach łącznika i zaplecza socjalnego sali gimnastycznej mają niezgodne z normą, wyższe od minimalnych, wartości współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K];</p> | <p>Wymagana termomodernizacja ścian zewnętrznych piwnic, parteru, I piętra, II piętra, dachu bud. gimnazjum, stropodachu łącznika i zaplecza socjalnego sali gimnastycznej polegająca na dociepleniu przegród zewnętrznych, zapewniając obecnie wymagany zgodnie z normą opór cieplny; UWAGA: Ze względu na przewidywalny termin realizacji prac w 2017 roku przyjmuje się jako docelowy opór cieplny wg WT obowiązujących od 01.01.2017r. , czyli dla ścian zewn. U_{max} nie wyższe niż 0,23 [W/m²K];</p> |
| 2. | <p><u>Podłoga na gruncie w pom. ogrzewanych gimnazjum, łącznika:</u> Niezgodna z normą, wyższa od minimalnego, wartość współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K];</p> | <p>Nie przeznaczona do termomodernizacji;</p> |
| 3. | <p><u>Podłoga na gruncie sali gimnastycznej:</u> Niezgodna z normą, wyższa od minimalnego, wartość współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K];</p> | <p>Wymagana termomodernizacja podłogi na gruncie sali gimnastycznej polegająca na dociepleniu, zapewniając obecnie wymagany zgodnie z normą opór cieplny; UWAGA: Ze względu na przewidywalny termin realizacji prac w 2017 roku przyjmuje się jako docelowy opór cieplny wg WT obowiązujących od 01.01.2017r. , czyli dla ścian zewn. U_{max} nie wyższe niż 0,30 [W/m²K];</p> |
| 4. | <p><u>Okna zewnętrzne:</u> Nieszczelne o niezgodnych z normą, wyższych od minimalnego, wartościach współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K];</p> | <p>Wymagana termomodernizacja polegająca na wymianie na nowe o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K]; UWAGA: Ze względu na przewidywalny termin realizacji prac w 2017 roku przyjmuje się jako docelowy opór cieplny wg WT obowiązujących od 01.01.2017r. , czyli dla okien zewn. U_{max} nie wyższe niż 1,1 [W/m²K];</p> |
| 5. | <p><u>Drzwi zewn.</u> Nieszczelne o niezgodnych z normą, wyższych od minimalnego, wartościach współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m²K];</p> | <p>Wymagana termomodernizacja polegająca na wymianie na nowe o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]; UWAGA: Ze względu na przewidywalny termin realizacji prac w 2017 roku przyjmuje się jako docelowy opór cieplny wg WT obowiązujących od 01.01.2017r. , czyli dla drzwi zewn. U_{max} nie wyższe niż 1,5 [W/m²K];</p> |
| 7. | <p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> W budynku gimnazjum c.w.u. przygotowywana jest centralnie w lokalnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w przyległym budynku Szkoły Podstawowej - system w dostatecznym stanie technicznym. W części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej, c.w.u. przygotowana jest za pomocą starych elektrycznych podgrzewaczy przepływowych;</p> | <p>Wymagana termomodernizacja systemu c.w.u. w części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej polegająca na wymianie elektrycznych podgrzewaczy przepływowych nowymi o większej sprawności. Dodatkowo zastosowanie odnawialnych źródeł energii do przygotowania c. w. u.;</p> |

| | | |
|----|--|---|
| 8. | System grzewczy Kotłownia gazowa oraz instalacja rurowa w dobrym stanie technicznym. Grzejniki płytowe o stosunkowo małej sprawności, w przeważającej części z niesprawnymi zaworami grzejnikowymi i głowicami termostatycznymi co powoduje brak możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach; | Pożądana termomodernizacja systemu c.o. polegająca na wymianie grzejników płytowych oraz zaworów termostatycznych; |
| 9. | System wentylacji W budynku gimnazjum, łącznika, zaplecza socjalnego sali gimnastycznej wentylacja grawitacyjna, gdzie powietrze usuwane jest za pomocą kanałów wywiewnych w dobrym stanie technicznym. | Pożądane obniżenie zużycia ciepła w sali gimnastycznej poprzez wprowadzenie wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła. |

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.

| Lp. | Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć | Sposób realizacji |
|-----|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewn. piwnic bud gimnazjum; | Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic - metoda lekka mokra (styrodur); |
| 2. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewn. parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum, łącznika, sali gimnastycznej; | Ocieplenie ścian zewn. parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum, łącznika, sali gimnastycznej - metoda lekka mokra (styropian); |
| 3. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez dach; | Ocieplenie dachu - płyty warstwowe z rdzeniem poliuretanowym; |
| 4. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach łącznika i zaplecza socjalnego sali gimnastycznej; | Ocieplenie stropodachu łącznika - styropapa; Ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimnastycznej - granulatu z wełny szklanej / mineralnej; |
| 5. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez podłogę na gruncie sali gimnastycznej; | Ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej - styropian; |
| 6. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna zewnętrzne; | W sali gimnastycznej wymiana na nowe okna o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m^2K]; |
| 7. | Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne; | Wymiana na nowe drzwi o zgodnym z normą, współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m^2K]; |
| 8. | Podwyższenie sprawności instalacji c.w.u.; | W części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej, poprawienie sprawności wytwarzania, akumulacji poprzez zastosowanie nowych elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych bez strat, dodatkowo zastosowanie instalacji fotowoltaicznej, z której energia elektryczna będzie zasilać grzałki zasobników c. w. u.. W przypadku dużego i ciągłego zachmurzenia wspomaganie zasobnika c.w.u. energią elektryczną systemową. |
| 9. | Podwyższenie sprawności instalacji c.o.; | Poprawienie sprawności regulacji poprzez zastosowanie nowych grzejników płytowych oraz zaworów termostatycznych; |
| 10. | Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego ; | W sali gimnastycznej - zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła. Dodatkowo zastosować system klimatyzacji; |

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

| Lp. | Rodzaj usprawnień | Sposób realizacji |
|-----|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego; | <ul style="list-style-type: none">- ocieplenie ścian zewn. piwnic styrodurem, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- ocieplenie ścian zewn. parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum, łącznika i sali gimnastycznej styropianem, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- ocieplenie dachu bud. gimnazjum płytami warstwowymi, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- ocieplenie stropodachu łącznika styropapą, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimn. granulatem z wełny szklanej/mineralnej, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej styropianem, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- wymiana stolarki okiennej w sali gimnastycznej, aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- wymiana drzwi zewn., aby osiągnąć wymagania WT obowiązujących od 01.01.2017r: $U_{max} \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;- zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz klimatyzacji w sali gimnastycznej; |
| 2. | Zmniejszenie strat na podgrzanie c. w. u.; | <ul style="list-style-type: none">- zastosowanie nowych elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych bez strat oraz instalacji fotowoltaicznej, do zasilania grzałek zasobników c. w. u. w części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej; |
| 3. | Podwyższenie sprawności instalacji c.o.; | <ul style="list-style-type: none">- zastosowanie nowych grzejników płytowych oraz zaworów termostatycznych; |

7.2 Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez ściany zewnętrzne gr.70cm parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) bud. gimnazjum;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gr.45cm nadziemia łącznika;
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W);

- e) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E);
- f) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez dach bud. gimnazjum;
- g) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez stropodach wentylowany zaplecza socjalnego sali gimnastycznej;
- h) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez stropodach łącznika;
- i) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez podłogę na gruncie sali gimnastycznej;
- j) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie okna zewnętrzne sali gimnastycznej;
- k) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie drzwi zewnętrzne;
- l) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego podwyższenia sprawności instalacji c.o.;
- m) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia strat na podgrzanie c. w. u.;
- n) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego sali gimnastycznej;
- o) Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie;

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Wyszczególnienie | | W stanie obecnym | Po termomodernizacji | Jednostka |
|------------------|---|------------------|----------------------|---------------|
| T_{wo} | | 20 | 20 | [°C] |
| T_{wo} | | 16 | 16 | [°C] |
| T_{zo} | | -20 | -20 | [°C] |
| S_d^* | dla przegród zewnętrznych $t_{wo}(20^{\circ}C)$ | 3982,0 | 3982,0 | [dzień·K·a] |
| | dla przegród zewnętrznych $t_{wo}(16^{\circ}C)$ | 3094,0 | 3094,0 | |
| O_{0m}, O_{1m} | | 5691,22 / 304,17 | 5691,22 / 193,23 | [zł/(MW·m·c)] |
| O_{0z}, O_{1z} | | 47,12 / 151,78 | 47,12 / 0,00 | [zł/GJ] |
| A_{b0}, A_{b1} | | 96,00 | 96,00 | [zł/m·c] |

* liczbę stopniodni przyjęto dla stacji w Kielcach;

| | |
|---|---|
| 7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przełoga |
| | Ściany zewnętrzne gr.70cm parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 1002,00$ [m²]
powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 1003,00$ [m²]

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany: wariant 1. EPS 70-040 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK] oraz wariant 2. EPS 036 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036$ [W/mK];

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,15$ [m];

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 3cm większej niż w wariantcie 1.1;

Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,15$ [m];

Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 3cm większej niż w wariantcie 2.1;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|------|--|----------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,15 | 0,18 | 0,15 | 0,18 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 0,29 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 100,31 | 47,95 | 43,44 | 45,33 | 40,85 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0117 | 0,0056 | 0,0051 | 0,0053 | 0,0047 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 2882,65 | 3131,31 | 3026,91 | 3273,66 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 155,95 | 173,43 | 164,69 | 177,17 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 156417,85 | 173950,29 | 165184,07 | 177701,51 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 54,26 | 55,55 | 54,57 | 54,28 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przełogi (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów i najbardziej optymalny z punktu technicznego.

| | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1.1 | Koszt: 156417,85 [zł] | SPBT = 54,26 [lat] |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|

| | |
|---|---|
| 7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przełoga |
| | Ściany zewnętrzne gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) bud. gimnazjum |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 517,50 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 530,50 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styroduru o współczynnikach przewodności $\lambda = 0,033 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji $g=0,10 \text{ [m]}$;

Wariant 2: o grubości warstwy izolacji $g=0,12 \text{ [m]}$;

Wariant 3: o grubości warstwy izolacji $g=0,14 \text{ [m]}$;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
|------|---|----------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ [m] | [m] | | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ [W/m ² K] | [W/m ² K] | | 0,14 | 0,15 | 0,16 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ [W/m ² K] | [W/m ² K] | 0,29 | 0,15 | 0,14 | 0,13 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 51,81 | 27,38 | 25,05 | 23,07 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0060 | 0,0032 | 0,0029 | 0,0027 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 1344,69 | 1473,11 | 1581,93 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 224,05 | 245,95 | 266,90 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ [zł] | [zł] | | 118858,53 | 130476,48 | 141590,45 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 88,39 | 88,57 | 89,51 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przełoga (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

| | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt: 118858,53 [zł] | SPBT = 88,39 [lat] |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------|

| | |
|---|--|
| 7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przełoga |
| | Ściany zewnętrzne gr.45cm nadziemia łącznika |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 70,50 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 76,00 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany: wariant 1. EPS 70-040 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ [W/mK]}$ oraz wariant 2. EPS 036 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1.1;

Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;

Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 2.1;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|------|---|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,20 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,20 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 0,31 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 7,57 | 3,09 | 2,96 | 3,01 | 2,77 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0009 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 246,53 | 254,14 | 251,47 | 264,43 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 173,43 | 185,91 | 177,17 | 189,65 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 13180,68 | 14129,16 | 13464,92 | 14413,40 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 53,46 | 55,59 | 53,54 | 54,51 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przełoga (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów i najbardziej optymalny z punktu technicznego.

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1.1 | Koszt: 13180,68 [zł] | SPBT = 53,46 [lat] |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|

| | |
|---|---|
| 7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przełoga |
| | Ściany zewnętrzne gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W) |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 307,50 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 310,00 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany: wariant 1. EPS 70-040 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ [W/mK]}$ oraz wariant 2. EPS 036 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1.1;

Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18 \text{ [m]}$;

Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 2.1;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|------|--|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,20 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 0,79 | 0,80 | 0,80 | 0,82 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 0,97 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,15 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 102,54 | 19,12 | 17,54 | 17,54 | 16,06 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0119 | 0,0022 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0019 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 4593,03 | 4679,83 | 4679,83 | 4761,38 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 173,43 | 185,91 | 177,17 | 189,65 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 53763,30 | 57632,10 | 54922,70 | 58791,50 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 11,71 | 12,32 | 11,74 | 12,35 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przełoga (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów i najbardziej optymalny z punktu technicznego.

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1.1 | Koszt: 53763,30 [zł] | SPBT = 11,71 [lat] |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|

| 7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | | |
|---|---|---|-----------------|---|--------------------------|----------|----------|
| | | | | Ściany zewnętrzne gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E) | | | |
| Dane: powierzchnia do obliczania strat: | | $A = 370,00$ [m ²] | | | | | |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | $A_{\text{koszt}} = 386,50$ [m ²] | | | | | |
| Opis wariantów usprawnienia: | | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany: wariant 1. EPS 70-040 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK] oraz wariant 2. EPS 036 FASADA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036$ [W/mK]; | | | | | | | |
| Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18$ [m]; | | | | | | | |
| Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1.1; | | | | | | | |
| Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,18$ [m]; | | | | | | | |
| Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 2.1; | | | | | | | |
| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
| | | | | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,20 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 1,16 | 1,18 | 1,18 | 1,20 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 1,36 | 0,19 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 172,59 | 24,30 | 22,19 | 22,19 | 20,23 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0201 | 0,0028 | 0,0026 | 0,0026 | 0,0024 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 8164,76 | 8281,10 | 8281,10 | 8389,04 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 173,43 | 185,91 | 177,17 | 189,65 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 67030,70 | 71854,22 | 68476,21 | 73299,73 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 8,21 | 8,68 | 8,27 | 8,74 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 1,36 | 1,36 | 1,36 | 1,36 | 1,36 |
| Podstawa przyjętych wartości N_u | | | | | | | |
| Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m ²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów i najbardziej optymalny z punktu technicznego. | | | | | | | |
| Wybrany wariant: 1.1 | | Koszt: 67030,70 [zł] | | | SPBT = 8,21 [lat] | | |

| 7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | | | Przegroda | | |
|---|---|---|-----------------|---------------------|--------------------------|-----------|
| | | | | Dach bud. gimnazjum | | |
| Dane: powierzchnia do obliczania strat: | | $A = 767,00$ [m ²] | | | | |
| powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia | | $A_{\text{koszt}} = 767,00$ [m ²] | | | | |
| Opis wariantów usprawnienia: | | | | | | |
| Przewiduje się ocieplenie dachu budynku gimnazjum za pomocą płyt warstwowych z rdzeniem poliuretanowym o współczynniku przewodności $\lambda = 0,0202$ [W/mK]: | | | | | | |
| Wariant 1: o grubości warstwy izolacji $g=0,10$ [m]; | | | | | | |
| Wariant 2: o grubości warstwy izolacji $g=0,12$ [m]; | | | | | | |
| Wariant 3: o grubości warstwy izolacji $g=0,16$ [m]; | | | | | | |
| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,10 | 0,12 | 0,16 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 1,35 | 1,37 | 1,41 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 1,52 | 0,18 | 0,15 | 0,12 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 402,02 | 46,42 | 39,48 | 30,37 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0070 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0005 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 17179,78 | 17515,07 | 17954,89 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 170,00 | 175,00 | 185,00 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 130390,00 | 134225,00 | 141895,00 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 7,59 | 7,66 | 7,90 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 |
| Podstawa przyjętych wartości N_u | | | | | | |
| Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m ²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT. | | | | | | |
| Wybrany wariant: 1 | | Koszt: 130390,00 [zł] | | | SPBT = 7,59 [lat] | |

| | |
|---|---|
| 7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przeграда |
| | Stropodach wentylowany zaplecza socjalnego sali gimnastycznej |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 315,00 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia: $A_{\text{koszt}} = 315,00 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego za pomocą granulatu z wełny szklanej / mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,039 \text{ [W/mK]}$ wdmuchiwanego w strefę wentylowaną pomiędzy płytą żelbetową, a pokryciem stropodachu:
Wariant 1: o grubości warstwy izolacji $g=0,20 \text{ [m]}$;
Wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1;
Wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 10 cm większej niż w wariantcie 1;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
|------|--|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 0,70 | 0,73 | 0,75 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 0,86 | 0,16 | 0,13 | 0,11 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 93,02 | 17,11 | 14,23 | 12,18 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0108 | 0,0020 | 0,0017 | 0,0014 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 4179,36 | 4338,08 | 4450,86 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 161,93 | 188,81 | 215,68 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 51007,95 | 59475,15 | 67939,20 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 12,20 | 13,71 | 15,26 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 |

Podstawa przyjętych wartości N_u
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt: 51007,95 [zł] | SPBT = 12,20 [lat] |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|

| | |
|---|---------------------|
| 7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przełoga |
| | Stropodach łącznika |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 82,00 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przełoga do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 82,00 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie stropodachu Styropapą o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$:

Wariant 1: o grubości warstwy izolacji: $g=0,20 \text{ [m]}$ $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 2: o grubości warstwy izolacji: $g=0,22 \text{ [m]}$ $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 3: o grubości warstwy izolacji: $g=0,24 \text{ [m]}$ $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | |
|------|---|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,20 | 0,22 | 0,24 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 1,23 | 1,24 | 1,25 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 1,39 | 0,17 | 0,15 | 0,14 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 39,34 | 4,74 | 4,36 | 4,03 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0046 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0005 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 1905,17 | 1926,45 | 1944,47 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 197,54 | 201,28 | 205,53 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 16198,28 | 16504,96 | 16853,46 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 8,50 | 8,57 | 8,67 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 1,39 | 1,39 | 1,39 | 1,39 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przełoga (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt: 16198,28 [zł] | SPBT = 8,50 [lat] |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|

| | |
|---|---------------------------------------|
| 7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | Przegroda |
| | Podłoga na gruncie sali gimnastycznej |

Dane: powierzchnia do obliczania strat: $A = 397,98 \text{ [m}^2\text{]}$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 397,98 \text{ [m}^2\text{]}$

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie hali/sali gimnastycznej za pomocą styropianu odmiany: wariant 1. EPS 100-038 PODŁOGA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ [W/mK]}$ oraz wariant 2. EPS 200-036 PODŁOGA o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ [W/mK]}$;

Wariant 1.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,10 \text{ [m]}$;

Wariant 1.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 1.1;

Wariant 2.1: o grubości warstwy izolacji $g=0,10 \text{ [m]}$;

Wariant 2.2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariantcie 2.1;

| L.p. | Omówienie | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | | | |
|------|--|----------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 |
| 1 | Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$ | [m] | | 0,10 | 0,12 | 0,10 | 0,12 |
| 2 | Zmniejszenie współczynnika przenikania: $\Delta U =$ | [W/m ² K] | | 0,25 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| 3 | Współczynnik przenikania ciepła: $U =$ | [W/m ² K] | 0,52 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,26 |
| 4 | $Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$ $S_d = 3982$ | [GJ/a] | 71,49 | 37,39 | 36,16 | 36,52 | 35,60 |
| 5 | $q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0083 | 0,0043 | 0,0042 | 0,0042 | 0,0041 |
| 6 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 1877,21 | 1945,06 | 1925,46 | 1975,97 |
| 7 | Cena jednostkowa usprawnienia | [zł/m ²] | | 388,12 | 398,52 | 391,00 | 401,50 |
| 8 | Koszt realizacji usprawnienia: $N_u =$ | [zł] | | 154464,00 | 158602,99 | 155610,18 | 159788,97 |
| 9 | $SPBT = \frac{N_u}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 82,28 | 81,54 | 80,82 | 80,87 |
| 10 | $U_0, U_1 = U + \Delta U$ | [W/m ² K] | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,52 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia w [zł/m²] brutto wg analizy ofert firm dociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody (A_{koszt}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów i najbardziej optymalny z punktu technicznego.

| | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 2.1 | Koszt: 155610,18 [zł] | SPBT = 80,82 [lat] |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|

| | |
|--|---|
| 7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien zewnętrznych | Przegroda |
| | Wymiana okien zewnętrznych sali gimnastycznej |

Dane: Powierzchnia okien: $A_{OK} = 212,00 \text{ [m}^2\text{]}$
Strumień powietrza went. $V_{nom} = \psi = 7458,78 \text{ [m}^3\text{/h]}$
 $c_w = 1$
 $S_d = 3982,0$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U;

Wariant 1: okna $U = 1,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

Wariant 2: okna $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

| L.p. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
|------|--|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Współczynnik przenikania okien: $U=$ | $[\text{W/m}^2\text{K}]$ | 2,0 | 1,1 | 0,9 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | c_r | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| | | c_m | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | $Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$ | $[\text{GJ/a}]$ | 148,57 | 80,23 | 65,64 |
| 4 | $Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | $[\text{GJ/a}]$ | 1135,17 | 873,21 | 873,21 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | $[\text{GJ/a}]$ | 1281,04 | 953,44 | 938,85 |
| 6 | $q_0 = 10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | $[\text{MW}]$ | 0,0170 | 0,0093 | 0,0076 |
| 7 | $q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_w \cdot c_m \cdot \psi \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | $[\text{MW}]$ | 0,1522 | 0,1014 | 0,1014 |
| 8 | $q_0, q_1 = (3) + (4)$ | $[\text{MW}]$ | 0,1691 | 0,1108 | 0,1091 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | $[\text{zł/a}]$ | | 19421,87 | 20225,06 |
| 10 | Cena jednostkowa wymiany okien | $[\text{zł/m}^2]$ | | 630,00 | 710,00 |
| 10 | Koszt wymiany okien N_{OK} | $[\text{zł}]$ | | 133560,00 | 150520,00 |
| 11 | Koszt modernizacji wentylacji N_w | $[\text{zł}]$ | | 0,00 | 0,00 |
| 12 | $SPBT = \frac{N_{ok} + N_w}{\Delta O_{ru}}$ | $[\text{lata}]$ | | 6,88 | 7,44 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

jednostkowe wymiany okien zewnętrznych w $[\text{zł/m}^2]$ brutto wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni przegrody (A_{OK}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

| | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt: 133560,00 [zł] | SPBT = 6,88 [lat] |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------|

| | |
|--|----------------------------|
| 7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych | Przegroda |
| | Wymiana drzwi zewnętrznych |

Dane: Powierzchnia drzwi: $A_{DZ} = 21,97 \text{ [m}^2\text{]}$
Strumień powietrza went. $V_{nom} = \psi = 243,38 \text{ [m}^3\text{/h]}$
 $c_w = 1$
 $S_d = 3982,0$

Opis wariantów usprawnienia:

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych istniejących na drzwi zewnętrzne szczelne, o lepszych współczynnikach U;

Wariant 1: drzwi $U = 1,5 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

Wariant 2: drzwi $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, stolarka szczelna $0,5 < a < 1,0$

| L.p. | Opis | Jedn. | Stan istniejący | Warianty | |
|------|---|----------------------|-----------------|----------|----------|
| | | | | 1 | 2 |
| 1 | Współczynnik przenikania drzwi: $U =$ | [W/m ² K] | 2,2 | 1,5 | 1,3 |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | c_r | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| | | c_m | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | $Q_0 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{DZ} \cdot U$ | [GJ/a] | 16,63 | 11,34 | 9,83 |
| 4 | $Q_1 = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$ | [GJ/a] | 37,04 | 28,49 | 28,49 |
| 5 | $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ | [GJ/a] | 53,67 | 39,83 | 38,32 |
| 6 | $q_0 = 10^{-6} \cdot A_{DZ} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$ | [MW] | 0,0019 | 0,0013 | 0,0011 |
| 7 | $q_1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_w \cdot c_m \cdot \psi \cdot (t_{w0} - t_{z0})$ | [MW] | 0,0050 | 0,0033 | 0,0033 |
| 8 | $q_0, q_1 = (3) + (4)$ | [MW] | 0,0069 | 0,0046 | 0,0045 |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$ | [zł/a] | | 807,13 | 890,36 |
| 10 | Cena jednostkowa wymiany drzwi | [zł/m ²] | | 1250,00 | 1450,00 |
| 10 | Koszt wymiany drzwi: $N_{DZ} =$ | [zł] | | 27462,50 | 31856,50 |
| 11 | Koszt modernizacji wentylacji: $N_w =$ | [zł] | | 0,00 | 0,00 |
| 12 | $SPBT = \frac{N_{DZ} + N_w}{\Delta O_{ru}}$ | [lata] | | 34,03 | 35,78 |

Podstawa przyjętych wartości N_u

jednostkowe wymiany drzwi zewnętrznych w [zł/m²] brutto wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni przegrody (A_{DZ}). Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT.

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Wybrany wariant: 1 | Koszt: 27462,50 [zł] | SPBT = 34,03 [lat] |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|

7.2.12. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 1204,61$ [GJ/rok] $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,57$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. Montaż nowych grzejników płytowych oraz zaworów termostatycznych;

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień:

| L.p. | Rodzaj usprawnienia | Współczynniki sprawności składowych $\eta =$ oraz współczynników w *) | |
|------|---|---|----------------------|
| | | Przed termomodernizacją | Po termomodernizacji |
| 1. | Wytwarzanie ciepła | $\eta_g = 0,92$ | $\eta_g = 0,92$ |
| 2. | Przesyłanie ciepła | $\eta_d = 0,80$ | $\eta_d = 0,80$ |
| 3. | Regulacja systemu ogrzewania | $\eta_e = 0,77$ | $\eta_e = 0,89$ |
| 4. | Akumulacja ciepła | $\eta_s = 1,00$ | $\eta_s = 1,00$ |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – bez przerw, bez zmiany | $w_t = 1,00$ | $w_t = 1,00$ |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby wprowadzenie podzielników kosztów | $w_d = 1,00$ | $w_d = 0,95$ |
| 7. | Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$ | $\eta_0 = 0,57$ | $\eta_1 = 0,66$ |

*) – przyjmuje się z tabel współczynników

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

| L.p. | Omówienie | jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|------|--|--------|-----------------|----------------------|
| 1. | Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_0 =$ | - | $\eta_0 = 0,57$ | $\eta_1 = 0,66$ |
| 2. | Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t =$ | - | $w_t = 1,00$ | $w_t = 1,00$ |
| 3. | Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d =$ | - | $w_d = 1,00$ | $w_d = 0,95$ |
| 4. | Oszczędność kosztów $\Delta Q_{rco} =$ | [zł/a] | | 17837,09 |
| 5. | Koszt przedsięwzięcia $N_{co} =$ | [zł] | | 68000,00 |
| 6. | SPBT | [lata] | | 3,81 |

Przyjęto koszt modernizacji instalacji c.o., wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym modernizujących instalacje c.o.;

7.2.13. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej ;

Dane: $Q_{0c.w.u.} = 226,58$ [GJ/rok] $\eta_0 = 0,25 / \eta_0 = 0,97$

Przewiduje się następujące usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat na podgrzanie c.w.u. w części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej:

1. Zastąpienie istniejących elektrycznych podgrzewaczy przepływowych, nowymi elektrycznymi podgrzewaczami akumulacyjnymi (z zasobnikami ciepłej wody bez strat);
2. Montaż dodatkowego źródła ciepła c.w.u. - instalacji fotowoltaicznej, z którego energia elektryczna będzie zasilać grzałki zasobników c.w.u.;

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień:

| L.p. | Rodzaj usprawnienia | Współczynniki sprawności składowych $\eta =$ oraz współczynników *) | | |
|---|--|---|--|--|
| | | Przed termomodernizacją - gaz ziemny | Przed termomodernizacją - elektr. podgrzewacze przepływowe | Po termomodernizacji - instalacja fotowoltaiczna |
| 1. | Sprawność wytwarzania | $\eta_g = 0,65$ | $\eta_g = 0,97$ | $\eta_g = 0,96$ |
| 2. | Sprawność przesyłu | $\eta_d = 0,60$ | $\eta_d = 1,00$ | $\eta_d = 0,80$ |
| 3. | Sprawność akumulacji | $\eta_s = 0,65$ | $\eta_s = 1,00$ | $\eta_s = 0,85$ |
| 4. | Współczynnik na przerwy urlopowe | 0,90 | 0,90 | 1,00 |
| 5. | Współczynnik na wodomierze na ciepłej wodzie | 0,80 | 0,80 | 1,00 |
| *) – przyjmuje się z tabel współczynników | | | | |

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

| L.p | Omówienie | jedn. | Stan istniejący - gaz ziemny | Stan istniejący - elektr. podgrzewacze przepływowe | Stan po modernizacji - inst. fotowolt. |
|-----|--|---------------------|------------------------------|--|--|
| 1. | Sprawność całkowita systemu | - | $\eta_0 = 0,25$ | $\eta_0 = 0,97$ | $\eta_1 = 0,65$ |
| 2. | Liczba użytkowników L_i | - | 384 | | 384 |
| 3. | Zapotrzebowanie jednostkowe $V_{c.w.u.}$ | [m ³ /d] | 0,025 | | 0,025 |
| 4. | Temp. ciepłej wody na zaworze czerpalnym | [°C] | 55,0 | | 55,0 |
| 5. | Czas użytkowania t_{uz} | [dni] | 365,0 | | 365,0 |
| 6. | Oszczędność kosztów ΔQ_{rcwu} | [zł/a] | | | 5105,13 |
| 7. | Koszt przedsięwzięcia N_{cwu} | [zł] | | | 89000,00 |
| 8. | SPBT | [lata] | | | 17,43 |

Przyjęto koszt modernizacji instalacji c.w.u., wg uśrednionych ofert firm na rynku lokalnym modernizujących instalacje c.w.u.

| 7.2.14. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej | | | | System wentylacji mechanicznej i klimatyzacji dużej sali gimn. | |
|---|---|------------|-----------------|--|--------------|
| | | $q_{0w} =$ | 74,98 | [kW] | |
| | | $q_{1w} =$ | 32,99 | [kW] | |
| | | $Q_{0w} =$ | 100,63 | [GJ/rok] | |
| | | $Q_{1w} =$ | 42,37 | [GJ/rok] | |
| Opis wariantu usprawnienia: | | | | | |
| Usprawnienie obejmuje wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz klimatyzacji dla dużej sali gimnastycznej; | | | | | |
| Ocena proponowanego przedsięwzięcia | | | | | |
| L.P. | Rodzaj usprawnienia | Jedn. | Stan istniejący | Stan po modernizacji | |
| 1 | Zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przez system wentylacji mechanicznej: $q_{0w} = / q_{1w} =$ | [kW] | 74,98 | 32,99 | |
| 2 | Zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przez syst. went. mechanicznej: $Q_{0w} = / Q_{1w} =$ | [GJ/rok] | 100,63 | 42,37 | |
| 4 | Oszczędność kosztów: $\Delta O_{r.w.} =$ | [zł/a] | | 5612,63 | |
| 5 | Koszt przedsięwzięcia: $N_{c.o.} =$ | [zł] | | 98500,00 | |
| 6 | | $SPBT =$ | [lata] | | 17,55 |
| Podstawa przyjętych wartości $N_{c.o.}$: | | | | | |
| Planowane usprawnienia: Kompleksowe wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz klimatyzacji dla dużej sali gimnastycznej; | | | | Nakłady: | |
| | | | | 98500,00 | |

| 7.2.15. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT | | | |
|---|--|-------------------------------|--------------------|
| L.p. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót | SPBT [lata] |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Modernizacja instalacji c.o. | 68000,00 | 3,81 |
| 2. | Wymiana okien zewnętrznych sali gimnastycznej | 133560,00 | 6,88 |
| 3. | Ocieplenie dach bud. gimnazjum | 130390,00 | 7,59 |
| 4. | Ocieplenie ścian zewn. gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E) | 67030,70 | 8,21 |
| 5. | Ocieplenie stropodachu łącznika | 16198,28 | 8,50 |
| 6. | Ocieplenie ścian zewn. gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W) | 53763,30 | 11,71 |
| 7. | Ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimnastycznej | 51007,95 | 12,20 |
| 8. | Modernizacja instalacji c.w.u. | 89000,00 | 17,43 |
| 9. | Modernizacja systemu wentylacji sali gimnastycznej | 98500,00 | 17,55 |
| 10. | Wymiana drzwi zewnętrznych | 27462,50 | 34,03 |
| 11. | Ocieplenie ścian zewn. nadziemia łącznika | 13180,68 | 53,46 |
| 12. | Ocieplenie ścian zewn. gr.70cm parteru, I piętra, II piętra bud. gimnazjum | 156417,85 | 54,26 |
| 13. | Ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej | 155610,18 | 80,82 |
| 14. | Ocieplenie ścian zewn. gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) bud. gimnazjum | 118858,53 | 88,39 |
| Uwagi: | | | |

7.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych;
- b) ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych;
- c) wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.15.

- instalacja c.o. – usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania w budynku;
- okna zewn. – wymiana okien zewnętrznych sali gimnastycznej;
- dach - ocieplenie dach budynku gimnazjum;
- ściany zewn. sali gimn. (strona S i E) - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E);
- stropodach łącznika - ocieplenie stropodachu łącznika;
- ściany zewn. sali gimn. (strona N i W) - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W);
- stropodach zaplecza socj. - ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimnastycznej;
- instalacja c.w.u. – usprawnienie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynku;
- wentylacja - usprawnienie systemu wentylacji sali gimnastycznej;
- drzwi zewn. – wymiana drzwi zewnętrznych w budynku;
- ściany zewn. łącznika - ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia łącznika;

- ściany zewn. nadziemia bud. gimn. - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.70cm parteru, I piętra, II piętra budynku gimnazjum;
- podłoga na gruncie - ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej;
- ściany zewn. piwnic bud. gimn. - ocieplenie ścian zewn. gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) budynku gimnazjum;

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

| Zakres | Numer wariantu | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| instalacja c.o. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| okna zewn. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| dach | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| ściany zewn. sali gimn. (strona S i E) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | |
| stropodach łącznika | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| ściany zewn. sali gimn. (strona N i W) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| stropodach zaplecza socj. | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| instalacja c.w.u. | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| wentylacja | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| drzwi zewn. | X | X | X | X | X | | | | | | | | | |
| ściany zewn. łącznika | X | X | X | X | | | | | | | | | | |
| ściany zewn. nadziemia bud. gimn. | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| podłoga na gruncie | X | X | | | | | | | | | | | | |
| ściany zewn. piwnic bud. gimn. | X | | | | | | | | | | | | | |

7.3.2. Obliczanie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = \frac{w_{d0} \cdot Q_{0co}}{\eta_0} + Q_{0cw}$$

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

$$q_0 = q_{0co} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$$

$$O_{0r} = Q_0 \cdot O_z + 12 \cdot q_0 \cdot O_m$$

$$O_{1r} = Q_1 \cdot O_z + 12 \cdot q_1 \cdot O_m$$

$$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r}$$

| Nr. wariantu | Q _{0co} | q _{0co} | η ₀ , w _{d0} | Q _{0c.w. gaz} | Q _{0c.w. ener. elektr.} | q _{0c.w. gaz} | q _{0c.w. ener. elektr.} | Q ₀ | q ₀ | O _{0r} | ΔO _r | N |
|-----------------|------------------|------------------|---|------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------|
| | Q _{1co} | q _{1co} | η ₁ , w _{d1} | Q _{1c.w. gaz} | Q _{1c.w. fotowolt.} | q _{0c.w. gaz} | q _{1c.w. fotowolt.} | Q ₁ | q ₁ | O _{1r} | | |
| | [GJ/a] | [kW] | --- | [GJ/a] | [GJ/a] | | [kW] | [GJ/a] | [kW] | [zł] | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5a | 5b | 6a | 6b | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| stan istn. | 1204,61 | 334,57 | η ₀ = 0,57 w _{d0} = 1,00 | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 2352,17 | 412,21 | 141759,80 | --- | --- |
| 1 | 783,23 | 242,82 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1378,84 | 326,05 | 83755,43 | 58004,37 | 1178979,96 |
| 2 | 787,58 | 243,33 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1385,14 | 326,56 | 84087,05 | 57672,75 | 1060121,44 |
| 3 | 789,94 | 243,57 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1388,56 | 326,80 | 84264,24 | 57495,56 | 904511,26 |
| 4 | 839,20 | 249,54 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1460,01 | 332,77 | 88038,96 | 53720,84 | 748093,41 |
| 5 | 843,11 | 250,01 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1465,67 | 333,24 | 88337,51 | 53422,29 | 734912,73 |
| 6 | 848,29 | 250,59 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1473,19 | 333,82 | 88731,86 | 53027,94 | 707450,23 |
| 7 | 907,11 | 292,58 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 49,96 | 66,11 | 17,12 | 1558,50 | 375,81 | 95619,32 | 46140,48 | 608950,23 |
| 8 | 907,11 | 292,58 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1542,16 | 370,22 | 100724,45 | 41035,35 | 519950,23 |
| 9 | 958,80 | 299,18 | η ₁ = 0,66 w _{d1} = 0,95 | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1617,13 | 376,81 | 104707,37 | 37052,42 | 468942,28 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|--------|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|----------|-----------|
| 10 | 1036,66 | 308,67 | $\eta_1 = 0,66$ $w_{dl} = 0,95$ | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1730,04 | 386,30 | 110676,20 | 31083,59 | 415178,98 |
| 11 | 1062,33 | 312,04 | $\eta_1 = 0,66$ $w_{dl} = 0,95$ | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1767,27 | 389,67 | 112660,59 | 29099,21 | 398980,70 |
| 12 | 1146,69 | 322,18 | $\eta_1 = 0,66$ $w_{dl} = 0,95$ | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1189,62 | 399,81 | 119117,66 | 22642,13 | 331950,00 |
| 13 | 1146,69 | 327,76 | $\eta_1 = 0,66$ $w_{dl} = 0,95$ | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1889,62 | 405,39 | 119499,02 | 22260,78 | 201560,00 |
| 14 | 1204,61 | 334,57 | $\eta_1 = 0,66$ $w_{dl} = 0,95$ | 192,96 | 33,62 | 66,11 | 11,52 | 1973,63 | 412,21 | 123922,71 | 17837,09 | 68000,00 |

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| L.p. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite [zł] | Roczne oszczędności 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 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | 1 | 1178979,96 | 58004,37 | 41,38 [%] | 1178979,96 – 100,0% | 235795,99 | 188636,79 | 116008,74 |
| 2. | 2 | 1060121,44 | 57672,75 | 41,11 [%] | 1060121,44 – 100,0% | 212024,29 | 169619,43 | 115345,50 |
| 3. | 3 | 904511,26 | 57495,56 | 40,97 [%] | 904511,26 – 100,0% | 180902,25 | 144721,80 | 114991,12 |
| 4. | 4 | 748093,41 | 53720,84 | 37,93 [%] | 748093,41 – 100,0% | 149618,68 | 119694,94 | 107441,67 |
| 5. | 5 | 734912,73 | 53422,29 | 37,69 [%] | 734912,73 – 100,0% | 146982,55 | 117586,04 | 106844,57 |
| 6. | 6 | 707450,23 | 53027,94 | 37,37 [%] | 707450,23 – 100,0% | 141490,05 | 113192,04 | 106055,87 |
| 7. | 7 | 608950,23 | 46140,48 | 33,74 [%] | 608950,23 – 100,0% | 121790,05 | 97432,04 | 92280,95 |
| 8. | 8 | 519950,23 | 41035,35 | 34,44 [%] | 519950,23 – 100,0% | 103990,05 | 83192,04 | 82070,69 |
| 9. | 9 | 468942,28 | 37052,42 | 31,25 [%] | 468942,28 – 100,0% | 93788,46 | 75030,76 | 74104,85 |
| 10. | 10 | 415178,98 | 31083,59 | 26,45 [%] | 415178,98 – 100,0% | 83035,80 | 66428,64 | 62167,19 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|----------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|
| 11. | 11 | 398980,70 | 29099,21 | 24,87 [%] | 398980,70 – 100,0% | 79796,14 | 63836,91 | 58198,42 |
| 12. | 12 | 331950,00 | 22642,13 | 19,66 [%] | 331950,00 – 100,0% | 66390,00 | 53112,00 | 45284,27 |
| 13. | 13 | 201560,00 | 22260,78 | 19,66 [%] | 201560,00 – 100,0% | 40312,00 | 32249,60 | 44521,55 |
| 14. | 14 | 68000,00 | 17837,09 | 16,09 [%] | 68000,00 – 100,0% | 13600,00 | 10880,00 | 35674,17 |

Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający art.3 pkt. 1 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej wyznacza się jako minimum z wartości w kolumnach 7, 8 i 9

7.3.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr. 1 obejmujący usprawnienia:

- instalacja c.o. – usprawnienie instalacji centralnego ogrzewania w budynku;
- okna zewn. – wymiana okien zewnętrznych sali gimnastycznej;
- dach - ocieplenie dach budynku gimnazjum;
- ściany zewn. sali gimn. (strona S i E) - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E);
- stropodach łącznika - ocieplenie stropodachu łącznika;
- ściany zewn. sali gimn. (strona N i W) - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W);
- stropodach zaplecza socj. - ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimnastycznej;
- instalacja c.w.u. – usprawnienie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynku;
- wentylacja - usprawnienie systemu wentylacji sali gimnastycznej;
- drzwi zewn. – wymiana drzwi zewnętrznych w budynku;
- ściany zewn. łącznika - ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia łącznika;
- ściany zewn. nadziemia bud. gimn. - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.70cm parteru, I piętra, II piętra budynku gimnazjum;
- podłoga na gruncie - ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej;
- ściany zewn. piwnic bud. gimn. - ocieplenie ścian zewnętrznych gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) budynku gimnazjum;

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe przewidziane dla uzyskania premii termomodernizacyjnej:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 41,38%, czyli powyżej 25%/a, a także powyżej 30%/a wymaganych dla programów NFOŚiGW;
2. planowany kredyt, nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez Inwestora;
3. środki własne Inwestora wyniosą 0,00[zł], co spełnia oczekiwania Inwestora;

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizację instalacji c.o. obejmującą montaż nowych grzejników płytowych oraz zaworów termostatycznych. Koszt robót 68000,00 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
2. Wymianę istniejących okien zewnętrznych w sali gimnastycznej na nowe okna o współczynniku $U=1,1$ [W/m²K]. Koszt robót 133560,00 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
3. Ocieplenie dachu budynku gimnazjum, za pomocą płyt warstwowych gr. 10cm z rdzeniem poliuretanowym o współczynniku przewodności $\lambda = 0,0202$ [W/mK]. Do wykonania 767,00 [m²] ocieplenia na sumę 130390,00 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych gr.45cm sali gimnastycznej (strona S i E) warstwą styropianu gr. 18cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK]. Do wykonania 386,50 [m²] ocieplenia na sumę 67030,70 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
5. Ocieplenie stropodachu łącznika warstwą styropapy gr. 20cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038$ [W/mK]. Do wykonania 82,00 [m²] ocieplenia na sumę 16198,28 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
6. Ocieplenie ścian zewnętrznych gr.67cm sali gimnastycznej (strona N i W) warstwą styropianu gr. 18cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK]. Do wykonania 310,00 [m²] ocieplenia na sumę 53763,30 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
7. Ocieplenie stropodachu zaplecza socjalnego sali gimnastycznej za pomocą granulatu z wełny szklanej/mineralnej gr. 20cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,039$ [W/mK] wdmuchiwanego w strefę wentylowaną pomiędzy płytą żelbetową, a pokryciem stropodachu. Do wykonania 315,00 [m²] ocieplenia na sumę 51007,95 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
8. Modernizację instalacji c.w.u., w części zaplecza socjalnego sali gimnastycznej, obejmującą zastąpienie istniejących elektrycznych podgrzewaczy przepływowych, nowymi elektrycznymi podgrzewaczami akumulacyjnymi (z zasobnikami ciepłej wody bez strat) oraz montaż dodatkowego źródła ciepła c.w.u. - instalacji fotowoltaicznej, z którego energia elektryczna będzie zasilać grzałki zasobników c.w.u.; Koszt robót 89000,00 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
9. Usprawnienie systemu wentylacji sali gimnastycznej obejmującą wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz klimatyzacji dla dużej sali gimnastycznej. Koszt robót 98500,00 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
10. Wymianę istniejących drzwi zewnętrznych budynku na nowe drzwi o współczynniku $U=1,5$ [W/m²K]. Koszt robót 27462,50 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
11. Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemia łącznika warstwą styropianu gr. 18cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK]. Do wykonania 76,00 [m²] ocieplenia na sumę 13180,68 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
12. Ocieplenie ścian zewnętrznych gr.70cm parteru, I piętra, II piętra budynku gimnazjum warstwą styropianu gr. 15cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040$ [W/mK]. Do

wykonania 1003,00 [m²] ocieplenia na sumę 156417,85 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;

13. Ocieplenie podłogi na gruncie sali gimnastycznej warstwą styropianu gr. 10cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036$ [W/mK]. Do wykonania 397,98 [m²] ocieplenia na sumę 155610,18 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;
14. Ocieplenie ścian zewnętrznych gr.70cm piwnic (poniżej i nad gruntem) budynku gimnazjum warstwą styroduru gr. 10cm o współczynniku przewodności $\lambda = 0,033$ [W/mK]. Do wykonania 530,50 [m²] ocieplenia na sumę 118858,53 [zł], wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi;

8.2. Charakterystyka finansowa

| | |
|--|-------------------|
| Kalkulowany koszt robót wyniesie: | - 1178979,96 [zł] |
| Udział środków własnych inwestora: | - 0,00 [zł] |
| Kredyt bankowy: | - 1178979,96 [zł] |
| Przewidywana premia termomodernizacyjna: | - 116008,74 [zł] |
| Czas zwrotu nakładów SPBT: | - 20,33 [lat] |

8.1. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o dofinansowanie i podpisanie stosownej umowy;
2. Zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót;
3. Złożenie wniosku o pozwolenie na budowę/ zgłoszenie budowy
4. Realizacja robót i odbiór techniczny;
5. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną lub o środki z innych źródeł;
6. Zmiana umowy z dostawcą ciepła z związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy;
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym);

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

| | |
|-------------|--|
| Załącznik 1 | Obliczenie współczynników przenikania przegród przed i po termomodernizacji |
| Załącznik 2 | Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego po termomodernizacji |
| Załącznik 3 | Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u |
| Załącznik 4 | Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie |
| Załącznik 5 | Wydruk komputerowy z programu „Arcadia-Termo” dla stanu istniejącego i po termomodernizacji |
| Załącznik 6 | Obliczenie liczby stopniodni |
| Załącznik 7 | Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego |
| Załącznik 8 | Zużycie energii użytkowej, końcowej i pierwotnej dla stanu istniejącego i stanu po termomodernizacji (wariant 1) |
| Załącznik 9 | Audyt oświetlenia wewnątrz budynku |

Załącznik nr.1

Obliczenie współczynników przenikania przegród przed termomodernizacją:

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna
 Nazwa: SZ 1 - 70cm (nadziemia)
 Symbol: SZ 1 - 70cm (nadziemia)
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: $\Delta U_o = 0 \frac{W}{m^2K}$

Wg normy: PN-EN ISO 6946

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,015 | 1,000 | 0,015 |
| 2 | Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,100 | 0,040 | 2,500 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,060 | 0,770 | 0,078 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 5 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 6 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,70 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 3,44 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,29 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna
 Nazwa: SZ 5 - 70cm (piwnic gimn.)
 Symbol: SZ 5 - 70cm (piwnic)
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: $\Delta U_o = 0 \frac{W}{m^2K}$

Wg normy: PN-EN ISO 6946

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,015 | 1,000 | 0,015 |
| 2 | Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,100 | 0,040 | 2,500 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,060 | 0,770 | 0,078 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 5 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 6 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,70 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 3,44 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,29 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna
 Nazwa: SZ 2 - 45cm (łącznika)
 Symbol: SZ 2 - 45cm (łącznika)
 Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_1 = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody: $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania Uc: $\Delta U_o = 0 \frac{W}{m^2K}$

Wg normy: PN-EN ISO 6946

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|---|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,015 | 1,000 | 0,015 |
| 2 | Błoczi - beton komórkowy - 500 625x420x250 H+H TLMB | 0,420 | 0,140 | 3,000 |
| 3 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,820 | 0,018 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,45 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 3,20 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,31 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna

Nazwa: SZ 3 - 64cm (nadziemia sali)

Symbol: SZ 3 - 64cm (nadziemia)

Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: PN-EN ISO 6946
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m²K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|-----------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,020 | 1,000 | 0,020 |
| 2 | Cegła pełna ceramiczna | 0,120 | 0,770 | 0,156 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 5 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,030 | 0,820 | 0,037 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,67 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 1,03 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,97 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Ściana zewnętrzna

Nazwa: SZ 4 - 42cm (nadziemia sali)

Symbol: SZ 4 - 42cm (nadziemia)

Sposób obliczeń: Zdefiniowane warstwy

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: PN-EN ISO 6946
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m²K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|-----------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,020 | 1,000 | 0,020 |
| 2 | Cegła pełna ceramiczna | 0,120 | 0,770 | 0,156 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 4 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,055 | 0,820 | 0,067 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,45 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 0,74 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,36 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Dach

Nazwa: D 2 - szkoła

Symbol: D 2 - szkoła

Sposób obliczeń: Obliczenia przegrody niejednorodnej

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: PN-EN ISO 6946
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Wycinek A **Wycinek B**

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m²K/W] |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------|-----------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Błacha falista | 0,004 | 58,000 | 0,000 |
| 2 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,040 | 0,300 | 0,133 |
| 3 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,040 | 0,300 | 0,133 |
| 4 | Membrana dachowa | 0,003 | 0,220 | 0,014 |
| 5 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,180 | 0,300 | 0,600 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,27 \text{ m}$

Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_T^+ = 0,23 \frac{m^2K}{W}$

Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_T^- = 1,08 \frac{m^2K}{W}$

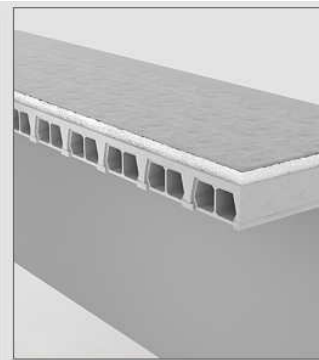
Całkowity opór: $R_T = 0,66 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,52 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop zewnętrzny**
 Nazwa: **STZ 1 - zaplecze socj. sali**
 Symbol: **STZ 1 - zaplecze socj.**
 Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**
 Opory cieplne
 $R_{se} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$ **Tablice**
 Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$ **Oblicz**
 Poprawki do współ. przenikania Uc
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$ **Oblicz**



Wycinek A Wycinek B

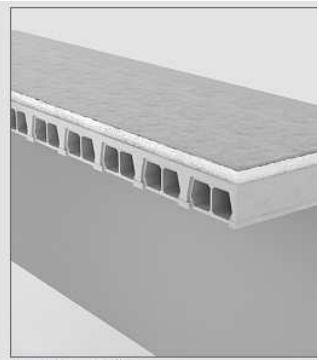
| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m-K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Blacha trapezowa-ocynkowana | 0,005 | 50,000 | 0,000 |
| 2 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,040 | 0,160 | 0,250 |
| 3 | MARMA - Polskie folie. MWK DACHOWA - Membrana 90 | 0,004 | 0,040 | 0,100 |
| 4 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,180 | 0,160 | 1,125 |
| 5 | Dobrze wentylowane warstwy powietrza | 0,600 | | 0,000 |
| 6 | Wylewka cementowa | 0,040 | 1,100 | 0,036 |
| 7 | Żelbet 2500 | 0,180 | 1,700 | 0,106 |
| 8 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,900 | 0,017 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń
 Grubość: $d = 1,06 \text{ m}$
 Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_T^+ = 0,50 \frac{m^2K}{W}$
 Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_T^- = 1,83 \frac{m^2K}{W}$
 Całkowity opór: $R_T = 1,17 \frac{m^2K}{W}$
 Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,86 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop zewnętrzny**
 Nazwa: **STZ 2 - łącznika**
 Symbol: **STZ 2 - łącznika**
 Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**
 Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$ **Tablice**
 Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$ **Oblicz**
 Poprawki do współ. przenikania Uc
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$ **Oblicz**



Wycinek A Wycinek B

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m-K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Papa pojedynczo bez posypania żwirkiem | 0,003 | 0,180 | 0,017 |
| 2 | Papa pojedynczo bez posypania żwirkiem | 0,003 | 0,180 | 0,017 |
| 3 | Płyty dachowe prefabrykowane korytkowe | 0,110 | 1,700 | 0,065 |
| 4 | Stal | 0,120 | 50,000 | 0,002 |
| 5 | Niewentylowane warstwy powietrza | 0,100 | | 0,160 |
| 6 | Wylewka cementowa | 0,040 | 1,100 | 0,036 |
| 7 | Papa pojedynczo bez posypania żwirkiem | 0,003 | 0,180 | 0,017 |
| 8 | Żelbet 2500 | 0,180 | 1,700 | 0,106 |
| 9 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,900 | 0,017 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń
 Grubość: $d = 0,67 \text{ m}$
 Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_T^+ = 0,71 \frac{m^2K}{W}$
 Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_T^- = 0,72 \frac{m^2K}{W}$
 Całkowity opór: $R_T = 0,72 \frac{m^2K}{W}$
 Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 1,39 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Podłoga na gruncie**

Nazwa: **PG 2 - sala gimnastyczna**

Symbol: **PG 2 - sala**

Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,17 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_o = 0 \frac{W}{m^2K}$

Wycinek A **Wycinek B**

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|--------------------------|---|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Piasek średni | 0,250 | 0,400 | 0,625 |
| 2 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,120 | 1,100 | 0,109 |
| 3 | Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm | 0,008 | 0,180 | 0,044 |
| 4 | Niewentylowane warstwy powietrza | 0,120 | | 0,230 |
| 5 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,030 | 0,160 | 0,188 |
| 6 | Parkiet | 0,025 | 0,200 | 0,125 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,55 \text{ m}$

Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_T^+ = 1,58 \frac{m^2K}{W}$

Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_T^- = 2,26 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity opór: $R_T = 1,92 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_c = 0,52 \frac{W}{m^2K}$

Obliczenie współczynników przenikania przegród po termomodernizacji:

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 1 - 70cm (nadziemia)**

Symbol: **SZ 1 - 70cm (nadziemia)**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_o = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|--------------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,015 | 1,000 | 0,015 |
| 2 | Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,150 | 0,040 | 3,750 |
| 3 | Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,100 | 0,040 | 2,500 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,060 | 0,770 | 0,078 |
| 5 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 6 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 7 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,85 \text{ m}$

Całkowity opór: $R_T = 7,19 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_c = 0,14 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 5 - 70cm (piwnic szkoły)**

Symbol: **SZ 5 - 70cm (piwnic)**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_i = 0 h$

Mostek cieplny przegrody: $\sum \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c : Wg normy: **PN-EN ISO 6946**, $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] |
|-------------------|---|-------|------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mozaikowy Ceresit CT 177 - ziarno 0,8-1,2 mm | 0,015 | 0,300 | 0,050 |
| 2 | Plyta styroduru | 0,100 | 0,033 | 3,030 |
| 3 | Plyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,100 | 0,040 | 2,500 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,060 | 0,770 | 0,078 |
| 5 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 6 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 7 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,80 m$

Całkowity opór: $R_T = 6,50 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,15 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 2 - 45cm (nadziemia)**

Symbol: **SZ 2 - 45cm (nadziemia)**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_i = 0 h$

Mostek cieplny przegrody: $\sum \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c : Wg normy: **PN-EN ISO 6946**, $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,015 | 1,000 | 0,015 |
| 2 | Plyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,180 | 0,040 | 4,500 |
| 3 | Błoczek - beton komórkowy - 500 625x420x250 H+H TLMB | 0,420 | 0,140 | 3,000 |
| 4 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,820 | 0,018 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,63 m$

Całkowity opór: $R_T = 7,70 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,13 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**

Nazwa: **SZ 3 - 64cm (nadziemia sali)**

Symbol: **SZ 3 - 64cm (nadziemia)**

Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Opory cieplne: $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji: $\Delta z_i = 0 h$

Mostek cieplny przegrody: $\sum \psi_{kk} = 0 \frac{W}{K}$

Poprawki do współ. przenikania U_c : Wg normy: **PN-EN ISO 6946**, $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,020 | 1,000 | 0,020 |
| 2 | Plyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,180 | 0,040 | 4,500 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,120 | 0,770 | 0,156 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 5 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 6 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,030 | 0,820 | 0,037 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,85 m$

Całkowity opór: $R_T = 5,53 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,18 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Ściana zewnętrzna**
 Nazwa: **SZ 4 - 42cm (nadziemia sali)**
 Symbol: **SZ 4 - 42cm (nadziemia)**
 Sposób obliczeń: **Zdefiniowane warstwy**

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$ Tablice

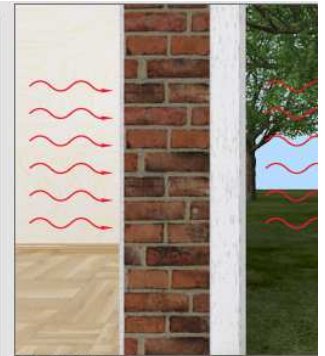
Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{k,k} = 0 \frac{\text{W}}{\text{K}}$ Oblicz

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ Oblicz

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$ $R_{si} = 0,13 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$

Warstwy przegrody

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m²K/W] |
|-------------------|--|-------|-----------|-----------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Tynk mineralny Ceresit CT 35 - ziarno 2,5 mm | 0,020 | 1,000 | 0,020 |
| 2 | Płyta styropianowa EPS 70-040 FASADA | 0,180 | 0,040 | 4,500 |
| 3 | Cegła pełna ceramiczna | 0,120 | 0,770 | 0,156 |
| 4 | Cegła pełna ceramiczna | 0,250 | 0,770 | 0,325 |
| 5 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,055 | 0,820 | 0,067 |
| Strona wewnętrzna | | | | |



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,63 \text{ m}$
 Całkowity opór: $R_T = 5,24 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,19 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$

Właściwości przegrody

Typ: **Dach**
 Nazwa: **D 2 - szkoła**
 Symbol: **D 2 - szkoła**
 Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$ Tablice

Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{k,k} = 0 \frac{\text{W}}{\text{K}}$ Oblicz

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ Oblicz

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,10 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$ $R_{si} = 0,10 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$

Wycinek A **Wycinek B**

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m²K/W] |
|-------------------|---|-------|-----------|-----------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Płyta warstwowa z okładzinami metalowymi EPS 80-040 | 0,100 | 0,020 | 5,000 |
| 2 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,040 | 0,300 | 0,133 |
| 3 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,040 | 0,300 | 0,133 |
| 4 | Membrana dachowa | 0,003 | 0,220 | 0,014 |
| 5 | Sosna i świerk wzdłuż włókien | 0,180 | 0,300 | 0,600 |
| Strona wewnętrzna | | | | |



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,36 \text{ m}$
 Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_T^1 = 5,29 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_T^2 = 6,08 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Całkowity opór: $R_T = 5,68 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,18 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop zewnętrzny**

Nazwa: **STZ 1 - zaplecze socj. sali**

Symbol: **STZ 1 - zaplecze socj.**

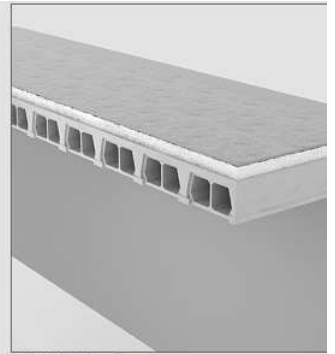
Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_j = 0 \text{ h}$ **Tablice**

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{k,k} = 0 \frac{W}{K}$ **Oblicz**

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$ **Oblicz**



Wycinek A **Wycinek B**

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Błacha trapezowa-ocynkowana | 0,005 | 50,000 | 0,000 |
| 2 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,040 | 0,160 | 0,250 |
| 3 | MARMA - Polskie folie, MWK DACHOWA - Membrana 90 | 0,004 | 0,040 | 0,100 |
| 4 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,180 | 0,160 | 1,125 |
| 5 | Dobrze wentylowane warstwy powietrza | 0,400 | | 0,000 |
| 6 | Granulat z wełny szklanej | 0,200 | 0,039 | 5,128 |
| 7 | Wylewka cementowa | 0,040 | 1,100 | 0,036 |
| 8 | Żelbet 2500 | 0,180 | 1,700 | 0,106 |
| 9 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,900 | 0,017 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 1,24 \text{ m}$

Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_{T+} = 5,70 \frac{m^2K}{W}$

Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_{T-} = 6,96 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity opór: $R_T = 6,33 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,16 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: **Strop zewnętrzny**

Nazwa: **STZ 2 - łącznika**

Symbol: **STZ 2 - łącznika**

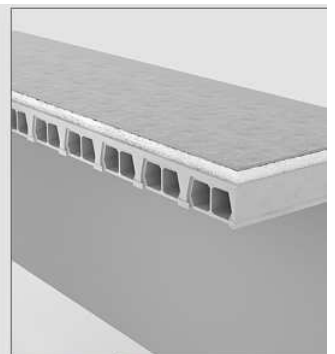
Sposób obliczeń: **Obliczenia przegrody niejednorodnej**

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$ $R_{si} = 0,10 \frac{m^2K}{W}$

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_j = 0 \text{ h}$ **Tablice**

Mostek cieplny przegrody
 $\Sigma \psi_{k,k} = 0 \frac{W}{K}$ **Oblicz**

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: **PN-EN ISO 6946**
 $\Delta U_0 = 0 \frac{W}{m^2K}$ **Oblicz**



Wycinek A **Wycinek B**

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m·K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|--|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Płyta warstwowa z okładzinami z papy - Styropapa | 0,200 | 0,038 | 5,263 |
| 2 | Płyty dachowe prefabrykowane korytkowe | 0,110 | 1,700 | 0,065 |
| 3 | Stal | 0,120 | 50,000 | 0,002 |
| 4 | Niewentylowane warstwy powietrza | 0,100 | | 0,160 |
| 5 | Wylewka cementowa | 0,040 | 1,100 | 0,036 |
| 6 | Papa pojedynczo bez posypania żwirkiem | 0,003 | 0,180 | 0,017 |
| 7 | Żelbet 2500 | 0,180 | 1,700 | 0,106 |
| 8 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,900 | 0,017 |
| Strona wewnętrzna | | | | |

Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,77 \text{ m}$

Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_{T+} = 5,95 \frac{m^2K}{W}$

Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_{T-} = 5,95 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity opór: $R_T = 5,95 \frac{m^2K}{W}$

Całkowity współczynnik przenikania: $U_C = 0,17 \frac{W}{m^2K}$

Właściwości przegrody

Typ: Podłoga na gruncie
 Nazwa: PG 2 - sala gimnastyczna
 Symbol: PG 2 - sala
 Sposób obliczeń: Obliczenia przegrody niejednorodnej

Współczynnik akumulacji
 $\Delta z_i = 0 \text{ h}$ Tablice

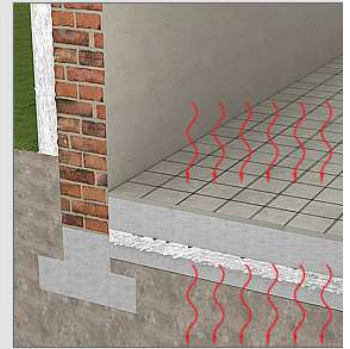
Mostek cieplny przegrody
 $\sum \psi_{kk} = 0 \frac{\text{W}}{\text{K}}$ Oblicz

Opory cieplne
 $R_{se} = 0,04 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$ $R_{si} = 0,17 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$

Poprawki do współ. przenikania U_c
 Wg normy: PN-EN ISO 6946
 $\Delta U_0 = 0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ Oblicz

Wycinek A Wycinek B

| Lp. | Materiał | d [m] | λ [W/m-K] | R [m ² K/W] |
|-------------------|---|-------|-------------------|------------------------|
| Strona zewnętrzna | | | | |
| 1 | Plasek średni | 0,250 | 0,400 | 0,625 |
| 2 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,120 | 1,100 | 0,109 |
| 3 | Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm | 0,008 | 0,180 | 0,044 |
| 4 | Płyta styropianowa EPS 200-036 PODŁOGA | 0,100 | 0,036 | 2,778 |
| 5 | Niewentylowane warszwy powietrza | 0,020 | | 0,180 |
| 6 | Sosna i świerk w poprzek włókien | 0,030 | 0,160 | 0,188 |
| 7 | Parkiet | 0,025 | 0,200 | 0,125 |
| Strona wewnętrzna | | | | |



Wyniki obliczeń

Grubość: $d = 0,55 \text{ m}$
 Kres górny całkowitego oporu ciepła: $R_{T+} = 3,80 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Kres dolny całkowitego oporu ciepła: $R_{T-} = 3,69 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Całkowity opór: $R_T = 3,75 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$
 Całkowity współczynnik przenikania: $U_c = 0,27 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$

Załącznik nr.2

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza po termomodernizacji (wariant1)

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Rodzaj budynku: | | | | | | Oświata | | | | | | |
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
| Nazwa pomieszczenia/strefy | A_f | V | β | $V_{ve,1}$ | $b_{ve,1}$ | $V_{ve,2}$ | $b_{ve,2}$ | $V_{ve,3}$ | $b_{ve,3}$ | $V_{ve,4}$ | $b_{ve,4}$ | H_{ve} |
| | m^2 | m^3 | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | W/K |
| 2/1 Korytarz | 157,59 | 537,38 | 0,20 | 317,70 | 0,20 | 107,48 | 0,20 | 63,54 | 0,80 | 107,48 | 0,80 | 73,95 |
| 2/2 Sala lekcyjna | 53,52 | 182,50 | 0,20 | 107,90 | 0,20 | 36,50 | 0,20 | 21,58 | 0,80 | 36,50 | 0,80 | 25,11 |
| 2/3 Sala lekcyjna | 52,63 | 179,47 | 0,20 | 106,10 | 0,20 | 35,89 | 0,20 | 21,22 | 0,80 | 35,89 | 0,80 | 24,70 |
| 2/4 Sala lekcyjna | 52,33 | 178,45 | 0,20 | 105,50 | 0,20 | 35,69 | 0,20 | 21,10 | 0,80 | 35,69 | 0,80 | 24,56 |
| 2/5 WC | 17,63 | 60,12 | 0,20 | 35,54 | 0,20 | 12,02 | 0,20 | 7,11 | 0,80 | 12,02 | 0,80 | 8,27 |
| 2/6 Sala lekcyjna | 52,69 | 179,67 | 0,20 | 106,22 | 0,20 | 35,93 | 0,20 | 21,24 | 0,80 | 35,93 | 0,80 | 24,72 |
| 2/7 Sala lekcyjna | 52,98 | 180,66 | 0,20 | 106,81 | 0,20 | 36,13 | 0,20 | 21,36 | 0,80 | 36,13 | 0,80 | 24,86 |
| 2/8 Pokój nauczycielski | 19,97 | 68,10 | 0,20 | 40,26 | 0,20 | 13,62 | 0,20 | 8,05 | 0,80 | 13,62 | 0,80 | 9,37 |
| 2/9 Sala lekcyjna | 53,88 | 183,73 | 0,20 | 108,62 | 0,20 | 36,75 | 0,20 | 21,72 | 0,80 | 36,75 | 0,80 | 25,28 |

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Rodzaj budynku: | | | | | | Oświata | | | | | | |
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
| Nazwa pomieszczenia/strefy | A_f | V | β | $V_{ve,1}$ | $b_{ve,1}$ | $V_{ve,2}$ | $b_{ve,2}$ | $V_{ve,3}$ | $b_{ve,3}$ | $V_{ve,4}$ | $b_{ve,4}$ | H_{ve} |
| | m^2 | m^3 | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | W/K |
| 1/1 Komunikacja | 157,59 | 573,63 | 0,20 | 317,70 | 0,20 | 103,25 | 0,20 | 63,54 | 0,80 | 103,25 | 0,80 | 72,54 |
| 1/2 Sala lekcyjna | 53,52 | 194,81 | 0,20 | 107,90 | 0,20 | 35,07 | 0,20 | 21,58 | 0,80 | 35,07 | 0,80 | 24,64 |
| 1/3 Sala lekcyjna | 52,63 | 191,57 | 0,20 | 106,10 | 0,20 | 34,48 | 0,20 | 21,22 | 0,80 | 34,48 | 0,80 | 24,23 |
| 1/4 Sala lekcyjna | 52,33 | 190,48 | 0,20 | 105,50 | 0,20 | 34,29 | 0,20 | 21,10 | 0,80 | 34,29 | 0,80 | 24,09 |
| 1/5 WC | 17,63 | 64,17 | 0,20 | 35,54 | 0,20 | 11,55 | 0,20 | 7,11 | 0,80 | 11,55 | 0,80 | 8,12 |
| 1/6 Sala lekcyjna | 52,69 | 191,79 | 0,20 | 106,22 | 0,20 | 34,52 | 0,20 | 21,24 | 0,80 | 34,52 | 0,80 | 24,25 |
| 1/7 Sala lekcyjna | 52,98 | 192,85 | 0,20 | 106,81 | 0,20 | 34,71 | 0,20 | 21,36 | 0,80 | 34,71 | 0,80 | 24,39 |
| 1/8 Pokój nauczycielski | 19,97 | 72,69 | 0,20 | 40,26 | 0,20 | 13,08 | 0,20 | 8,05 | 0,80 | 13,08 | 0,80 | 9,19 |
| 1/9 Sala lekcyjna | 53,88 | 196,12 | 0,20 | 108,62 | 0,20 | 35,30 | 0,20 | 21,72 | 0,80 | 35,30 | 0,80 | 24,80 |
| 1/11 Sala gimnastyczna - mała | 64,02 | 233,03 | 0,20 | 129,06 | 0,20 | 41,95 | 0,20 | 25,81 | 0,80 | 41,95 | 0,80 | 29,47 |

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-----|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Rodzaj budynku: | | | | | | Oświata | | | | | | |
| Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna działająca okresowo | | | | | | | | | | | | |
| Skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc1,n}$ | | | | | | | | | | | 65,00 | - |
| Skuteczność gruntowego wymiennika ciepła $\eta_{GWC,n}$ | | | | | | | | | | | 0,00 | - |
| Łączna miesięczna skuteczność odzysku ciepła $\eta_{oc,n}=[1-(1-\eta_{oc1,n})\cdot(1-\eta_{GWC,n})]$ | | | | | | | | | | | 0,65 | - |
| Nazwa pomieszczenia/strefy | A_f | V | β | $V_{ve,1}$ | $b_{ve,1}$ | $V_{ve,2}$ | $b_{ve,2}$ | $V_{ve,3}$ | $b_{ve,3}$ | $V_{ve,4}$ | $b_{ve,4}$ | H_{ve} |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|----------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------|
| | m ² | m ³ | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | W/K |
| 0/36 Sala gimnastyczna | 397,98 | 3124,14 | 0,20 | 4686,21 | 0,07 | 124,97 | 0,20 | 0,00 | 0,80 | 156,2 | 0,80 | 159,3 |

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Wentylacja grawitacyjna

| Rodzaj budynku: | | | | | | Oświata | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
| Nazwa pomieszczenia/strefy | A _f | V | β | V _{ve,1} | b _{ve,1} | V _{ve,2} | b _{ve,2} | V _{ve,3} | b _{ve,3} | V _{ve,4} | b _{ve,4} | H _{ve} |
| | m ² | m ³ | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | m ³ /h | - | W/K |
| 0/1 Przedsiónek | 11,81 | 43,82 | 0,20 | 23,81 | 0,20 | 4,38 | 0,20 | 4,76 | 0,80 | 4,38 | 0,80 | 4,32 |
| 0/2 Korytarz | 97,87 | 363,10 | 0,20 | 197,31 | 0,20 | 36,31 | 0,20 | 39,46 | 0,80 | 36,31 | 0,80 | 35,78 |
| 0/3 Hall | 22,20 | 82,36 | 0,20 | 44,76 | 0,20 | 8,24 | 0,20 | 8,95 | 0,80 | 8,24 | 0,80 | 8,12 |
| 0/4 Świetlica | 29,84 | 110,71 | 0,20 | 60,16 | 0,20 | 11,07 | 0,20 | 12,03 | 0,80 | 11,07 | 0,80 | 10,91 |
| 0/5 Komunikacja / klatka schodowa | 21,77 | 80,77 | 0,20 | 43,89 | 0,20 | 8,08 | 0,20 | 8,78 | 0,80 | 8,08 | 0,80 | 7,96 |
| 0/6 Sala lekcyjna | 52,63 | 195,26 | 0,20 | 106,10 | 0,20 | 19,53 | 0,20 | 21,22 | 0,80 | 19,53 | 0,80 | 19,24 |
| 0/7 Sala lekcyjna | 52,33 | 194,14 | 0,20 | 105,50 | 0,20 | 19,41 | 0,20 | 21,10 | 0,80 | 19,41 | 0,80 | 19,13 |
| 0/8 Komunikacja / klatka schodowa | 19,75 | 73,27 | 0,20 | 39,82 | 0,20 | 7,33 | 0,20 | 7,96 | 0,80 | 7,33 | 0,80 | 7,22 |
| 0/9 WC | 17,63 | 65,41 | 0,20 | 35,54 | 0,20 | 6,54 | 0,20 | 7,11 | 0,80 | 6,54 | 0,80 | 6,45 |
| 0/10 Sala gimnastyczna - mała | 92,69 | 343,88 | 0,20 | 186,86 | 0,20 | 34,39 | 0,20 | 37,37 | 0,80 | 34,39 | 0,80 | 33,89 |
| 0/11 Zaplecze | 13,12 | 48,68 | 0,20 | 26,45 | 0,20 | 4,87 | 0,20 | 5,29 | 0,80 | 4,87 | 0,80 | 4,80 |
| 0/12 Gab. dyrektora | 19,97 | 74,09 | 0,20 | 40,26 | 0,20 | 7,41 | 0,20 | 8,05 | 0,80 | 7,41 | 0,80 | 7,30 |
| 0/13 Biblioteka | 53,88 | 199,89 | 0,20 | 108,62 | 0,20 | 19,99 | 0,20 | 21,72 | 0,80 | 19,99 | 0,80 | 19,70 |
| 0/14 Korytarz | 33,99 | 85,65 | 0,20 | 68,52 | 0,20 | 8,57 | 0,20 | 13,70 | 0,80 | 8,57 | 0,80 | 11,08 |
| 0/15 Pokój biurowy | 9,04 | 22,78 | 0,20 | 18,22 | 0,20 | 2,28 | 0,20 | 3,64 | 0,80 | 2,28 | 0,80 | 2,95 |
| 0/16 Pom. socjalne | 8,32 | 20,97 | 0,20 | 16,77 | 0,20 | 2,10 | 0,20 | 3,35 | 0,80 | 2,10 | 0,80 | 2,71 |
| 0/17 Pokój biurowy | 8,32 | 20,97 | 0,20 | 16,77 | 0,20 | 2,10 | 0,20 | 3,35 | 0,80 | 2,10 | 0,80 | 2,71 |
| 0/18 Pokój biurowy | 9,01 | 22,71 | 0,20 | 18,16 | 0,20 | 2,27 | 0,20 | 3,63 | 0,80 | 2,27 | 0,80 | 2,94 |
| 0/19 Korytarz | 61,66 | 215,81 | 0,20 | 124,31 | 0,20 | 21,58 | 0,20 | 24,86 | 0,80 | 21,58 | 0,80 | 22,11 |
| 0/20 Sekretariat | 10,12 | 35,42 | 0,20 | 20,40 | 0,20 | 3,54 | 0,20 | 4,08 | 0,80 | 3,54 | 0,80 | 3,63 |
| 0/21 Pokój dyrektora | 14,84 | 51,94 | 0,20 | 29,92 | 0,20 | 5,19 | 0,20 | 5,98 | 0,80 | 5,19 | 0,80 | 5,32 |
| 0/22 Biblioteka | 16,81 | 58,84 | 0,20 | 33,89 | 0,20 | 5,88 | 0,20 | 6,78 | 0,80 | 5,88 | 0,80 | 6,03 |
| 0/23 Korytarz | 60,22 | 151,75 | 0,20 | 121,40 | 0,20 | 15,18 | 0,20 | 24,28 | 0,80 | 15,18 | 0,80 | 19,63 |
| 0/24 Gabinet stomat. | 16,42 | 41,38 | 0,20 | 33,10 | 0,20 | 4,14 | 0,20 | 6,62 | 0,80 | 4,14 | 0,80 | 5,35 |
| 0/25 WC | 9,63 | 24,27 | 0,20 | 19,41 | 0,20 | 2,43 | 0,20 | 3,88 | 0,80 | 2,43 | 0,80 | 3,14 |
| 0/27 Magazyn | 15,39 | 38,78 | 0,20 | 31,03 | 0,20 | 3,88 | 0,20 | 6,21 | 0,80 | 3,88 | 0,80 | 5,02 |
| 0/28 Pok. higienistki | 21,55 | 54,31 | 0,20 | 43,44 | 0,20 | 5,43 | 0,20 | 8,69 | 0,80 | 5,43 | 0,80 | 7,02 |
| 0/29 Magazyn | 11,86 | 29,89 | 0,20 | 23,91 | 0,20 | 2,99 | 0,20 | 4,78 | 0,80 | 2,99 | 0,80 | 3,87 |
| 0/30 Szatnia | 16,82 | 42,39 | 0,20 | 33,91 | 0,20 | 4,24 | 0,20 | 6,78 | 0,80 | 4,24 | 0,80 | 5,48 |
| 0/31 Szatnia dziewcz. | 15,73 | 39,64 | 0,20 | 31,71 | 0,20 | 3,96 | 0,20 | 6,34 | 0,80 | 3,96 | 0,80 | 5,13 |
| 0/32A sanitariat dziewcz. | 15,51 | 39,09 | 0,20 | 31,27 | 0,20 | 3,91 | 0,20 | 6,25 | 0,80 | 3,91 | 0,80 | 5,06 |
| 0/32B Sanitariat chłop. | 16,59 | 41,81 | 0,20 | 33,45 | 0,20 | 4,18 | 0,20 | 6,69 | 0,80 | 4,18 | 0,80 | 5,41 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0/33 Szatnia chłop. | 15,62 | 39,36 | 0,20 | 31,49 | 0,20 | 3,94 | 0,20 | 6,30 | 0,80 | 3,94 | 0,80 | 5,09 |
| 0/34 Magazyn | 17,10 | 43,09 | 0,20 | 34,47 | 0,20 | 4,31 | 0,20 | 6,89 | 0,80 | 4,31 | 0,80 | 5,57 |
| 0/35 Pokój nauczycieli W-F | 15,05 | 37,93 | 0,20 | 30,34 | 0,20 | 3,79 | 0,20 | 6,07 | 0,80 | 3,79 | 0,80 | 4,91 |

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| Rodzaj budynku: | | | | | | Oświata | | | | | | |
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | | | | |
| Nazwa pomieszczenia/strefy | A_f | V | β | $V_{ve,1}$ | $b_{ve,1}$ | $V_{ve,2}$ | $b_{ve,2}$ | $V_{ve,3}$ | $b_{ve,3}$ | $V_{ve,4}$ | $b_{ve,4}$ | H_{ve} |
| | m^2 | m^3 | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | m^3/h | - | W/K |
| -1/1 Korytarz 1 | 41,37 | 111,70 | 0,20 | 83,40 | 0,20 | 22,34 | 0,20 | 16,68 | 0,80 | 22,34 | 0,80 | 17,45 |
| -1/2 Korytarz 2 | 42,02 | 113,45 | 0,20 | 84,71 | 0,20 | 22,69 | 0,20 | 16,94 | 0,80 | 22,69 | 0,80 | 17,73 |
| -1/4 Kuchnia | 51,92 | 140,18 | 0,20 | 104,67 | 0,20 | 28,04 | 0,20 | 20,93 | 0,80 | 28,04 | 0,80 | 21,91 |
| -1/5 Stołówka | 51,33 | 138,59 | 0,20 | 103,48 | 0,20 | 27,72 | 0,20 | 20,70 | 0,80 | 27,72 | 0,80 | 21,66 |
| -1/7 WC | 17,03 | 45,98 | 0,20 | 34,33 | 0,20 | 9,20 | 0,20 | 6,87 | 0,80 | 9,20 | 0,80 | 7,19 |
| -1/8 Szatnia | 24,73 | 66,77 | 0,20 | 49,86 | 0,20 | 13,35 | 0,20 | 9,97 | 0,80 | 13,35 | 0,80 | 10,43 |
| -1/9 Szatnia | 25,45 | 68,72 | 0,20 | 51,31 | 0,20 | 13,74 | 0,20 | 10,26 | 0,80 | 13,74 | 0,80 | 10,74 |
| -1/10 Szatnia | 24,97 | 67,42 | 0,20 | 50,34 | 0,20 | 13,48 | 0,20 | 10,07 | 0,80 | 13,48 | 0,80 | 10,54 |

| | |
|---|---------------------------------------|
| Ogółem strumień powietrza wentylacyjnego $V_{min} = \psi =$ | 10888,8 + 6248,30 [m ³ /h] |
|---|---------------------------------------|

Załącznik nr.3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej: w stanie istniejącym - wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014 - kocioł gazowy 60% | | | | |
|--|---|--------------------------|----------------------|---|
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u. | $k_R =$ | 0,55 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho_w =$ | 1,00 | [kg/dm ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Pow. pomieszczeń o reg. temp. | $A_f =$ | 1615,41 | [m ²] |
| 7 | Czas użytkowania / liczba dni w roku | $t_R =$ | 365 | [dni] |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | $V_{wi} =$ | 0,8 | [dm ³ /(m ² *doba)] |
| 9 | Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$ | $Q_{w,nd} =$ | 13587,90 | [kWh/rok] |
| 10 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$ | $Q_{K,W} =$ | 192,96 | [GJ/rok] |
| Obliczenie zapotrzebowania moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej: w stanie istniejącym - kocioł gazowy 60% | | | | |
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny temp. | $k_t =$ | 1 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho =$ | 1000 | [kg/m ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Liczba użytkowników | $L =$ | 384 | [os] |
| 7 | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$ | $N_h =$ | 2,18 | - |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika | $V_{os} =$ | 25,0 | [dm ³ /os] |
| 9 | Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku | $V_{dśred} = L * V_{os}$ | $V_{dśred} =$ 9600,0 | [dm ³ /d] |
| 10 | Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{hśred} = V_{dśred} / (18 * 1000)$ | $V_{hśred} =$ | 0,533 | [m ³ /h] |
| 11 | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m3 wody $Q_{CWJ} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$ | $Q_{CWJ} =$ | 0,446 | [GJ/m ³] |
| 12 | Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśred} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$ | $q_{cw}^{max} =$ | 144,256 | [kW] |
| 13 | Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr.} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | $q_{cw}^{śr.} =$ | 66,114 | [kW] |
| 14 | Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$ | $V_{cw} =$ | 3504,000 | [m ³] |
| 15 | Koszt przygotowania c.w.u. $O_{rcw} = Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cwsr} * 0,001 * O_m$ | $O_{rcw} =$ | 13607,74 | [zł] |
| 16 | Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³] | $O_{rwz} =$ | 5066,78 | [zł] |
| 17 | Sumaryczny koszt roczny c.w.u. | $O_{r0} =$ | 18674,52 | [zł] |

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej: w stanie istniejącym - wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014 - elektryczne podgrzewacze przepływowe 40%

| | | | | |
|----|---|-----------------|----------------|---|
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u. | $k_R =$ | 0,55 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho_w =$ | 1,00 | [kg/dm ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Pow. pomieszczeń o reg. temp. | $A_f =$ | 1076,94 | [m ²] |
| 7 | Czas użytkowania / liczba dni w roku | $t_R =$ | 365 | [dni] |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | $V_{wi} =$ | 0,8 | [dm ³ /(m ² *doba)] |
| 9 | Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$ | $Q_{w,nd} =$ | 9058,60 | [kWh/rok] |
| 10 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$ | $Q_{K,W} =$ | 33,62 | [GJ/rok] |

Obliczenie zapotrzebowania moc ciepłą na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej: w stanie istniejącym - elektryczne podgrzewacze przepływowe 40%

| | | | | |
|----|---|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny temp. | $k_t =$ | 1 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho =$ | 1000 | [kg/m ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Liczba użytkowników | $L =$ | 384 | [os] |
| 7 | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$ | $N_h =$ | 2,18 | - |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika | $V_{os} =$ | 25,0 | [dm ³ /os] |
| 9 | Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku | $V_{dśred} = L * V_{os}$ | $V_{dśred} =$ 9600,0 | [dm ³ /d] |
| 10 | Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{hśred} = V_{dśred} / (18 * 1000)$ | $V_{hśred} =$ | 0,533 | [m ³ /h] |
| 11 | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{CWJ} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$ | $Q_{CWJ} =$ | 0,078 | [GJ/m ³] |
| 12 | Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśred} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$ | $q_{cwu}^{max} =$ | 25,133 | [kW] |
| 13 | Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr.} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | $q_{cwu}^{śr.} =$ | 11,519 | [kW] |
| 14 | Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$ | $V_{cw} =$ | 3504,000 | [m ³] |
| 15 | Koszt przygotowawania c.w.u. $O_{rcw} = Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cwu}^{śr.} * 0,001 * O_m$ | $O_{rcw} =$ | 5144,82 | [zł] |
| 16 | Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³] | $O_{rwz} =$ | 3377,86 | [zł] |
| 17 | Sumaryczny koszt roczny c.w.u. | $O_{r0} =$ | 8522,68 | [zł] |

| Obliczenie rocznego zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej: po termomodernizacji wg metodologii obliczania charakt. energet. budynku z dnia 3 czerwca 2014 - inst. fotowoltaiczna 40% | | | | |
|--|---|--|----------------|---|
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny ze wzg. na przerwy w użyt. c.w.u. | $k_R =$ | 0,55 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho_w =$ | 1,00 | [kg/dm ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Pow. pomieszczeń o reg. temp. | $A_f =$ | 1076,94 | [m ²] |
| 7 | Czas użytkowania / liczba dni w roku | $t_R =$ | 365 | [dni] |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową | $V_{wi} =$ | 0,8 | [dm ³ /(m ² *doba)] |
| 9 | Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$ | $Q_{w,nd} =$ | 9058,60 | [kWh/rok] |
| 10 | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} * 0,0036$ | $Q_{K,W} =$ | 49,96 | [GJ/rok] |
| Obliczenie zapotrzebowania moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej po termomodernizacji - inst. fotowoltaiczna 40% | | | | |
| 1 | Tempertura wody ciepłej | $\theta_{CW} =$ | 55 | [°C] |
| 2 | Tempertura wody zimnej | $\theta_0 =$ | 10 | [°C] |
| 3 | Wsp. korekcyjny temp. | $k_t =$ | 1 | - |
| 4 | Gęstość wody | $\rho =$ | 1000 | [kg/m ³] |
| 5 | Ciepło właściwe wody | $c_w =$ | 4,19 | [kJ/kg*deg] |
| 6 | Liczba użytkowników | $L =$ | 384 | [os] |
| 7 | Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$ | $N_h =$ | 2,18 | - |
| 8 | Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika | $V_{os} =$ | 25,0 | [dm ³ /os] |
| 9 | Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku | $V_{dśred} = L * V_{os}$ $V_{dśred} =$ | 9600,0 | [dm ³ /d] |
| 10 | Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku $V_{hśred} = V_{dśred} / (18 * 1000)$ | $V_{hśred} =$ | 0,53 | [m ³ /h] |
| 11 | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m3 wody $Q_{CWJ} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$ | $Q_{CWJ} =$ | 0,116 | [GJ/m ³] |
| 12 | Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśred} * Q_{CWJ} * N_h * 10^6 / 3600$ | $q_{cw}^{max} =$ | 37,346 | [kW] |
| 13 | Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr.} = q_{cwu}^{max} / N_h$ | $q_{cw}^{śr.} =$ | 17,116 | [kW] |
| 14 | Roczne zużycie c.w.u. $V_{cw} = V_{dśred} * 365$ | $V_{cw} =$ | 3504,000 | [m ³] |
| 15 | Koszt przygotowawania c.w.u. $Q_{K,W} * O_z + 12 * q_{cwsr.} * 0,001 * O_m$ | $O_{rcw} =$ | 39,69 | [zł] |
| 16 | Koszt wody zimnej dla ceny jedn. = 2,41 [zł/m ³] | $O_{rwz} =$ | 3377,86 | [zł] |
| 17 | Sumaryczny koszt roczny c.w.u. | $O_{r0} =$ | 3417,54 | [zł] |

Załącznik nr.4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu ArCadia Termo 6.5

| Wariant | Zapotrzebowanie | |
|------------|---------------------|-----------------------|
| | Mocy cieplnej, [kW] | Ciepła Q_H , [GJ/a] |
| stan istn. | 334,57 | 1204,61 |
| 1 | 242,82 | 783,23 |
| 2 | 243,33 | 787,58 |
| 3 | 243,57 | 789,94 |
| 4 | 249,54 | 839,20 |
| 5 | 250,01 | 843,11 |
| 6 | 250,59 | 848,29 |
| 7 | 292,58 | 907,11 |
| 8 | 292,58 | 907,11 |
| 9 | 299,18 | 958,80 |
| 10 | 308,67 | 1036,66 |
| 11 | 312,04 | 1062,33 |
| 12 | 322,18 | 1146,69 |
| 13 | 327,76 | 1146,69 |
| 14 | 334,57 | 1204,61 |

Załącznik nr.5

Wydruk komputerowy z programu „Arcadia-Termo 6.5” dla stanu istniejącego

| RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU PRZED TERMOMODERNIZACJĄ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|---------|
| DANE OGÓLNE | | | | | | | | | | | | |
| Nazwa budynku: | Budynek Gimnazjum im. K. Tańskiego wraz salą gimnastyczną | | | | | | | | | | | |
| Typ budynku: | Oświata | | | | | | | | | | | |
| Rok budowy: | 1925 | | | | | | | | | | | |
| Miejscowość: | Chmielnik | | | | | | | | | | | |
| Stacja meteorologiczna: | Kielce - Suków | | | | | | | | | | | |
| Strefa klimatyczna: | III | | | | | | | | | | | |
| Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e : | -20,0 | °C | | | | | | | | | | |
| Średnia temperatura wewnętrzna θ_i : | 18,7 | °C | | | | | | | | | | |
| Temperatury dla poszczególnych miesięcy | | | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| θ_e [°C] | -1,2 | -2,1 | 0,5 | 7,5 | 13,0 | 15,2 | 17,7 | 16,0 | 12,7 | 8,5 | 2,3 | 0,0 |
| GEOMETRIA BUDYNKU | | | | | | | | | | | | |
| Powierzchnia zabudowy A_q : | 1617,10 | | | | | | | | | | | m^2 |
| Powierzchnia netto A_n : | 2774,12 | | | | | | | | | | | m^2 |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f : | 2692,40 | | | | | | | | | | | m^2 |
| Kubatura netto V : | 16699,93 | | | | | | | | | | | m^3 |
| Kubatura ogrzewana V_i : | 10762,30 | | | | | | | | | | | m^3 |
| Współczynnik kształtu A/V_e : | 0,35 | | | | | | | | | | | 1/m |
| WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA | | | | | | | | | | | | |
| Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} : | 6,0 | | | | | | | | | | | W/m^2 |
| Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} : | 2195,8 | | | | | | | | | | | W/K |
| Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{iv} : | -3,0 | | | | | | | | | | | W/K |
| Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{iq} : | 212,1 | | | | | | | | | | | W/K |
| Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} : | 908,3 | | | | | | | | | | | W/K |
| Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T : | 3316,1 | | | | | | | | | | | W/K |
| Współczynnik strat ciepła na wentylacje H_{ve} : | 260,3 | | | | | | | | | | | W/K |
| Całkowity współczynnik strat ciepła H : | 3576,4 | | | | | | | | | | | W/K |
| MOC CIEPLNA | | | | | | | | | | | | |
| Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 117,61 | | | | | | | | | | | kW |
| Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 216,96 | | | | | | | | | | | kW |
| Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 16,15 | | | | | | | | | | | kW |
| Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} : | 334,57 | | | | | | | | | | | kW |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Projektowana moc źródła ciepła Φ : | 334,57 | kW | | | | | | | | | | |
| Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnie Φ_A : | 124,27 | W/m ² | | | | | | | | | | |
| Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V : | 31,09 | W/m ³ | | | | | | | | | | |
| ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO | | | | | | | | | | | | |
| Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} : | 0,0 | W/m ² | | | | | | | | | | |
| Zyski wewnętrzne Q_{int} : | 0,00 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Zyski od słońca Q_{sol} : | 187269,98 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite zyski ciepła $Q_{H,qn}$: | 187269,98 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$: | 360864,51 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$: | 131599,64 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,ht}$: | 449632,19 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$: | 334615,37 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Pojemność cieplna budynku C_m : | 444237750,00 | J/K | | | | | | | | | | |
| Stała czasowa τ : | 35,56 | h | | | | | | | | | | |
| Czas trwania sezonu grzewczego t_{sG} : | 6018,53 | h | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| t_{sG} [dni] | 31,0 | 28,0 | 31,0 | 29,0 | 17,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22,5 | 31,0 | 30,0 | 31,0 |

RAPORT OBLICZEŃ ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC I ENERGIĘ CIEPLNĄ BUDYNKU PO TERMOMODERNIZACJI (WARIANT 1)

DANE OGÓLNE

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Nazwa budynku: | Budynek Gimnazjum im. K. Tańskiego wraz salą gimnastyczną | | | | | | | | | | | |
| Typ budynku: | Oświata | | | | | | | | | | | |
| Rok budowy: | 1925 | | | | | | | | | | | |
| Miejscowość: | Chmielnik | | | | | | | | | | | |
| Stacja meteorologiczna: | Kielce - Suków | | | | | | | | | | | |
| Strefa klimatyczna: | III | | | | | | | | | | | |
| Maksymalna temperatura zewnętrzna θ_e : | -20,0 | | | | | | | | | | °C | |
| Średnia temperatura wewnętrzna θ_i : | 18,4 | | | | | | | | | | °C | |
| Temperatury dla poszczególnych miesięcy | | | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| θ_e [°C] | -1,2 | -2,1 | 0,5 | 7,5 | 13,0 | 15,2 | 17,7 | 16,0 | 12,7 | 8,5 | 2,3 | 0,0 |

GEOMETRIA BUDYNKU

| | | |
|---|---------|----------------|
| Powierzchnia zabudowy A_q : | 1617,10 | m ² |
| Powierzchnia netto A_n : | 2774,12 | m ² |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f : | 2692,40 | m ² |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Kubatura netto V : | 16699,93 | m^3 | | | | | | | | | | |
| Kubatura ogrzewana V_f : | 10762,30 | m^3 | | | | | | | | | | |
| Współczynnik kształtu A/V_e : | 0,35 | 1/m | | | | | | | | | | |
| WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA | | | | | | | | | | | | |
| Średni współczynnik nagrzewania f_{RH} : | 6,0 | W/m^2 | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła przegród zewnętrznych H_{ie} : | 1029,7 | W/K | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła przegród wewnętrznych H_{xy} : | 31,2 | W/K | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła od gruntu H_{ig} : | 200,5 | W/K | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła od przegród graniczących z środowiskiem nieogrzewanymi H_{iu} : | 908,3 | W/K | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_T : | 2138,4 | W/K | | | | | | | | | | |
| Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} : | 269,2 | W/K | | | | | | | | | | |
| Całkowity współczynnik strat ciepła H : | 2407,6 | W/K | | | | | | | | | | |
| MOC CIEPLNA | | | | | | | | | | | | |
| Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T : | 67,85 | kW | | | | | | | | | | |
| Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V : | 174,98 | kW | | | | | | | | | | |
| Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} : | 16,15 | kW | | | | | | | | | | |
| Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} : | 242,82 | kW | | | | | | | | | | |
| Projektowana moc źródła ciepła Φ : | 242,82 | kW | | | | | | | | | | |
| Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnię Φ_A : | 90,19 | W/m^2 | | | | | | | | | | |
| Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V : | 22,56 | W/m^3 | | | | | | | | | | |
| ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO | | | | | | | | | | | | |
| Średni strumień wewnętrznych zysków ciepła Φ_{int} : | 0,0 | W/m^2 | | | | | | | | | | |
| Zyski wewnętrzne Q_{int} : | 0,00 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Zyski od słońca Q_{sol} : | 187269,98 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite zyski ciepła $Q_{H,qn}$: | 187269,98 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}$: | 236316,17 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez wentylację $Q_{H,ve}$: | 106095,44 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Całkowite straty ciepła przez wentylację i przenikanie $Q_{H,ht}$: | 312860,14 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$: | 217564,95 | kWh/rok | | | | | | | | | | |
| Pojemność cieplna budynku C_m : | 444237750,00 | J/K | | | | | | | | | | |
| Stała czasowa τ : | 54,25 | h | | | | | | | | | | |
| Czas trwania sezonu grzewczego t_{sG} : | 5790,30 | h | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| t_{sG} [dni] | 31,0 | 28,0 | 30,4 | 25,7 | 15,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,2 | 29,3 | 30,0 | 31,0 |

Załącznik nr.6Obliczenie liczby stopniodni

| Lokalizacja: Chmielnik - Stacja meteorolog. Kielce | | | | | | |
|---|-------|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Miesiąc | L_d | t_e | Ściana zewn. | | Ściana zewn. | |
| | | | $t_{wo(20^{\circ}C)}$ | $t_{wo(16^{\circ}C)}$ | $S_{d(20^{\circ}C)}$ | $S_{d(16^{\circ}C)}$ |
| 1 | 31 | -3,9 | 20 | 16 | 740,9 | 616,9 |
| 2 | 28 | -2,7 | 20 | 16 | 635,6 | 523,6 |
| 3 | 31 | 1,0 | 20 | 16 | 589,0 | 465,0 |
| 4 | 30 | 7,0 | 20 | 16 | 390,0 | 270,0 |
| 5 | 5 | 12,3 | 20 | 16 | 38,5 | 18,5 |
| 6 | 0 | 16,2 | 20 | 16 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 0 | 17,3 | 20 | 16 | 0,0 | 0,0 |
| 8 | 0 | 16,7 | 20 | 16 | 0,0 | 0,0 |
| 9 | 5 | 12,7 | 20 | 16 | 36,5 | 16,5 |
| 10 | 31 | 7,7 | 20 | 16 | 381,3 | 257,3 |
| 11 | 30 | 2,9 | 20 | 16 | 513,0 | 393,0 |
| 12 | 31 | -1,2 | 20 | 16 | 657,2 | 533,2 |
| Suma wartości miesięcznych | | | | $S_d:$ | 3982,0 | 3094,0 |

Załącznik nr.7

Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

| Emitowane zanieczyszczenie | Budynek przed termomodernizacją [kg/rok] | Budynek po termomodernizacji [kg/rok] | Efekt ekologiczny[kg/rok] | Redukcja emisji [%] |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|----------------------------|
| SO₂ | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 00,00 |
| NO_x | 484,4860 | 297,2675 | 187,2185 | 38,64 |
| CO | 17,4415 | 10,7016 | 6,7399 | 38,64 |
| CO₂ | 128570,3764 | 77844,4381 | 50725,94 | 39,45 |
| PYŁ | 0,7752 | 0,4756 | 0,2996 | 38,65 |
| SADZA | 0,0000 | 0,000000 | 0,0000 | 00,00 |
| B-a-P | 0,0000 | 0,000000 | 0,0000 | 00,00 |

Załącznik nr.8

Zużycie energii użytkowej, końcowej i pierwotnej dla stanu istniejącego i stanu po termomodernizacji (wariant 1)

| Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej przed termomodernizacją | | | | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ogrzewanie i wentylacja | | | | |
| Nr źródła | Nazwa źródła | Q _{U,H} [kWh/rok] | Q _{K,H} [kWh/rok] | Q _{P,H} [kWh/rok] |
| 1 | Kocioł gazowy | 334615,37 | 590442,14 | 655370,16 |
| Suma | | 334615,37 | 590442,14 | 655370,16 |
| Przygotowanie ciepłej wody | | | | |
| Nr źródła | Nazwa źródła | Q _{U,W} [kWh/rok] | Q _{K,W} [kWh/rok] | Q _{P,W} [kWh/rok] |
| 1 | Kocioł gazowy | 13587,90 | 53601,18 | 59898,24 |
| 2 | Elektryczne podgrzewacze przepływowe | 9058,60 | 9338,76 | 28016,29 |
| Suma | | 22646,50 | 62939,95 | 87914,53 |
| Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}) / A_f$ | | | 132,70 | kWh/(m ² •rok) |
| Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+E_{el,pom}) / A_f$ | | | 243,53 | kWh/(m ² •rok) |
| Zestawienie energii pierwotnej $Q_p=Q_{P,H}+Q_{P,W}$ | | | 743284,69 | kWh/rok |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_p/A_f$ | | | 276,07 | kWh/(m ² •rok) |

| Tabela zbiorcza wyników energii użytkowej, końcowej i pierwotnej po termomodernizacji (wariant 1) | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ogrzewanie i wentylacja | | | | |
| Nr źródła | Nazwa źródła | Q _{U,H} [kWh/rok] | Q _{K,H} [kWh/rok] | Q _{P,H} [kWh/rok] |
| 1 | Kocioł gazowy | 217564,95 | 332139,94 | 371237,74 |
| Suma | | 217564,95 | 332139,94 | 371237,74 |
| Przygotowanie ciepłej wody | | | | |
| Nr źródła | Nazwa źródła | Q _{U,W} [kWh/rok] | Q _{K,W} [kWh/rok] | Q _{P,W} [kWh/rok] |
| 1 | Kocioł gazowy | 13587,90 | 53601,18 | 59898,24 |
| 2 | Elektryczne podgrzewacze akumulacyjne | 9058,60 | 13876,53 | 0,00 |
| Suma | | 22646,50 | 67477,72 | 59898,24 |
| Chłodzenie | | | | |
| Nr źródła | Nazwa źródła | Q _{U,C} [kWh/rok] | Q _{K,C} [kWh/rok] | Q _{P,C} [kWh/rok] |
| 1 | Nowe źródło chłodzenia | 33671,14 | 9426,41 | 10369,05 |
| Suma | | 33671,14 | 9426,41 | 10369,05 |

| | | |
|--|------------------|---------------------------|
| Zestawienie energii użytkowej $EU=(Q_{U,H}+Q_{U,W}+Q_{U,C}) / A_f$ | 101,73 | kWh/(m ² •rok) |
| Zestawienie energii końcowej $EK=(Q_{K,H}+Q_{K,W}+Q_{K,C}+E_{el,pom}) / A_f$ | 152,77 | kWh/(m ² •rok) |
| Zestawienie energii pierwotnej $Q_P=Q_{P,H}+Q_{P,W}+Q_{P,C}$ | 441505,03 | kWh/rok |
| Roczny wskaźnik obliczeniowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia $EP=Q_P/A_f$ | 163,99 | kWh/(m ² •rok) |

Obliczenia związane z wymianą oświetlenia wewnętrznego i montażem instalacji fotowoltaicznej

1. Zestawienie danych dotyczących zastosowanego oświetlenia i odnawialnych źródeł energii

W budynku wydziału przeprowadzono inwentaryzację zainstalowanego oświetlenia wewnątrz i zinwentaryzowano punkty świetlne zgodnie z zestawieniem:

Zestawienie oświetlenia istniejącego:

- 26 żarówek tradycyjnych o mocy 60W,
- 78 świetlówek podwójnych o mocy 2x58W,
- 20 halogeny 250W

Razem 124 punktów świetlnych sterowanych ręcznie.

Zainstalowaną moc oświetleniową punktów świetlnych przeznaczonych do wymiany określono na **15 608**

W - czas pracy 2000h/rok

Zapotrzebowanie na energię przed termomodernizacją - $15608W \cdot 2000h / rok = 31216 \text{ kWh/rok}$

W budynku brak zainstalowanych źródeł energii odnawialnej.

2. Określenie zakresu rzeczowego robót

Przedmiotem opracowania jest wschodnia część budynku z salą gimnastyczną i łącznikiem w którym znajdują się pomieszczenia socjalne i administracyjne.

Zainstalowane oświetlenie wewnętrzne w budynku charakteryzuje się małą funkcjonalnością, sporą awaryjnością, niewłaściwym stopniem doświetlenia w związku z powyższym zachodzi konieczność jego wymiany na nowoczesne spełniające kryteria polskich i europejskich norm oświetlenia miejsc pracy.

W niniejszym opracowaniu oprócz wymiany punktów świetlnych uwzględniono również wymianę opraw, tablic rozdzielczych oraz zastosowanie układów automatyki sterowniczej.

W ramach realizacji zadania zastosowano odnawialne źródło energii jakimi są panele fotowoltaiczne. Panele umieszczono na dachu budynku skierowane pod optymalnym kątem w kierunku południowym. Łączna moc systemu alternatywnego wynosi 10kWp

3. Obliczenie zużycia energii dla stanu istniejącego

wskaźnik LENI = $Q_{k,l} / A$ [kWh/m²*rok]

Q_{k,l}- roczne zapotrzebowanie na energię końcową (brak energii pasożytniczej)

A - całkowite pole powierzchni podłogi budynku

Q_{k,L},=15608x2000/1000 =31216 [kWh/rok]

A=949m²

LENI=31216/949=32,89 [kWh/m²*rok]

Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię

$$EP=Qp/A=46824/949=49,34$$

$$EK=Qk/A=15608/949=16,45$$

$$EU=Qu/A= 0$$

4. Określenie mocy wymaganej po wymianie oświetlenia

Proponuje się wymianę istniejących opraw na oprawy typu LED o efektywności 85-130 lm/W a dzięki użyciu materiałów termo przewodzących i odpowiedniej technologii ich żywotność powinna sięgać 50000h.

Zgodnie z przeznaczeniem pomieszczeń i inwentaryzacją oświetlenia założono następującą moc opraw oświetleniowych po realizacji zadania - **6423 W**

Zapotrzebowanie na energię po wymianie oświetlenia - $6423W*2000h/rok=12846$ kW/rok

5. Określenie kosztów realizacji wymiany oświetlenia

Do obliczeń przyjęto następujące ceny jednostkowe na podstawie analizy ofert firm produkujących osprzęt elektryczny wywodzących się z Unii Europejskiej oraz kosztów dostawy i wymiany:

- koszt wymiany 1 oprawy - 1876 zł brutto (w tym nowoczesna oprawa LED z montażem)

Koszt wymiany oświetlenia w budynku wyniesie:

$$N= 124* 1876zł = 232 624zł \text{ brutto}$$

Dodatkowo należy przewidzieć kwotę 25000 zł brutto z przeznaczeniem na wymianę przewodów, gniazd wtykowy osprzętu i tablic rozdzielczych.

Łączny koszt robót wyniesie 257 624zł brutto

6. Określenie kosztów wykonania paneli fotowoltaicznych

Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy 10kWp z panelami, konstrukcją, montażem i uruchomieniem wyniesie wg analizy rynku lokalnego i cenników dostawców urządzeń 98 690zł brutto

7. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku wymiany oświetlenia

Z uwagi na brak usprawnień wpływających na zmniejszenie zużycia energii wskutek: obniżenia natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego , uwzględnienia nieobecności użytkowników w miejscu pracy oraz wykorzystania światła dziennego w oświetleniu, wzór zamieszczony w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej Dz.U. poz. 376 wzór nr 35 pkt. 4.1.5.2 można uprościć do postaci:

$$\square E_{el} = PN1_{el} \times t_{01el} - PN2_{el} \times t_{02el} , \text{ gdzie:}$$

$\square E_{el}$ – szacunkowe oszczędności zużycia energii oświetlenia , MWh/rok

$P01_{el}$, $P02_{el}$ – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku użyteczności publicznej przyjmowana na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie § 180a przepisów techniczno-budowlanych , MW

$t_{\square 1el}$, $t_{\square 2el}$ - uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku h/rok. Uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku dla budynku o podobnym charakterze wynosi 2000 h/rok

$$\square E_{el} = 15608 \times 10^{-6} \times 2000 - 6423 \times 10^{-6} \times 2000 = \mathbf{18,37 \text{ MWh/rok}}$$

$$\square E_{el}\% = \square E_{el} / E_{el1} \times 100\%$$

$$\square E_{el}\% = 18,37 / 31,216 \times 100\% = \mathbf{58,8 \%$$

W celu określenia przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii oświetlenia w budynku należy skorzystać ze wzoru:

$$\square O_{el} = \square E_{el} \times O_z, \text{ gdzie:}$$

O_z – średnioroczna cena energii elektrycznej, zł/MWh.

Średnioroczna cena energii elektrycznej ustalona została w wysokości 570,0 zł/MWh, na podstawie analizy faktur za dostawę energii

$$\square O_{el} = (15608 - 6423) \times 2000 \times 10^{-6} \times 570,0 = \mathbf{10470,90 \text{ zł/rok}}$$

8. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku zastosowania paneli fotowoltaicznych

Zużycie energii w budynku na oświetlenie - **31216 [kWh/rok]**

Średnia produkcja energii z PV - **9291 [kWh/rok]**

- założenia i dobór produkcji własnej

Lokalizacja: Chmielnik

Moc wyjściowa układu: **10kW**

Liczba paneli fotowoltaicznej: **40szt - panele o mocy szczytowej 250Wp**

Wydajność maksymalna: **97,8%**

-określenie efektów energetycznych

Średnioroczna oszczędność energii finalnej - **9291 [kWh/rok]**

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej $w_i=3,0$

Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej - **27873 [kWh/rok]**

Roczne zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej - **9291 kWh/rok *0,57zł/kWh = 5295,87zł/rok**

9. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji wymiany oświetlenia

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = N / \square O_{el}$$

$$SPBT = 232624 / 10470,9 = \mathbf{22,21 \text{ lat}}$$

10. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 10kW

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = 98\ 690 / 5595,87 = \mathbf{17,64 \text{ lat}}$$

11. Obliczenie planowanego efektu ekologicznego dla wymiany oświetlenia

- średnioroczna oszczędność energii finalnej $(15608 - 6423) \times 2000 = \mathbf{18370 \text{ [kWh/rok]}}$

- średnioroczna oszczędność energii pierwotnej **55110 [kWh/rok]**

- zużycie węgla $55110 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 8732 \text{ kg}, = 8,73 \text{ t}$

Jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń.

| | |
|-----------------|--|
| CO ₂ | 2200 kg/Mg |
| SO ₂ | $17 \times 0,6 \times (1-0,85) = 1,53 \text{ kg/Mg}$ |
| NO _x | 4,00 kg/Mg |
| CO | 5,00 kg/Mg |
| Pył | $3 \times 18 \times (1-0,95) = 2,7 \text{ kg/Mg}$ |

Całkowity efekt ekologiczny modernizacji

Wielkość emisji unikniętej w wyniku zastosowania energii odnawialnej:

Zużycie [Mg/rok] :

Miał węglowy 8,73

Emisja zanieczyszczeń [kg/rok]:

| | |
|-----------------|-------|
| CO ₂ | 19206 |
| SO ₂ | 13,35 |
| NO _x | 34,92 |
| CO | 43,65 |
| Pył | 23,57 |

Stopień redukcji CO₂

Zużycie węgla przed zastosowaniem usprawnienia:

$93648 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 14 838 \text{ kg},$ 14,8 t

- emisja CO₂ przed zastosowaniem usprawnienia: 32 560

- stopień redukcji CO₂ 59%

12. Obliczenie planowanego efektu ekologicznego przy zastosowaniu paneli fotowoltaicznych

Założenia:

W wyniku budowy instalacji fotowoltaicznej planuje się osiągnięcie następującego efektu energetycznego:

- średnioroczna oszczędność energii finalnej **9291 [kWh/rok]**

- średnioroczna oszczędność energii pierwotnej **27873 [kWh/rok]**

Wytworzona energia pochodzić będzie z odnawialnych źródeł energii (energia słoneczna). Odpowiednio zmniejszeniu ulegnie ilość energii elektrycznej wytworzonej w elektrociepłowni i dostarczonej z sieci elektroenergetycznej. Spalanie paliw do celów energetycznych wiąże się z emisją do atmosfery znacznych ilości zanieczyszczeń gazowych oraz powstawaniem odpadów stałych takich jak pył, żużel i sadza. Zanieczyszczenia gazowe obejmują związki chemiczne takie jak pył, tlenek węgla (CO), dwutlenek węgla (CO₂), dwutlenek siarki (SO₂) oraz związki azotu (NO_x).

Do obliczenia wielkości emisji unikniętej w wyniku realizacji przedsięwzięcia przyjęto następujące założenia:

- wartość opałową węgla spalanego w elektrociepłowniach zawodowych przyjęto na podstawie danych KOBIZE do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016. w wysokości 22,72 MJ/kg,

- jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO₂), dwutlenku siarki (SO₂), pyłów oraz związków azotu (NO_x) ustalono na podstawie materiałów informacyjno-instruktażowych MOSZNiL „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw”.

Efekt ekologiczny modernizacji obliczono jako ilość emisji unikniętej w elektrociepłowni, wynikającej z w wyniku zastosowania odnawialnych źródeł energii:

| | |
|--|----------------|
| - ograniczenie zużycia energii pierwotnej | 27 873 kWh/rok |
| - wartość opałowa węgla wg KOBIZE 2016 - | 22,72 MJ/kg |
| - parametry węgla energetycznego klasy miał 21 | Ar=18%; s=0,6 |
| - sprawność urządzeń odpylających | 95% |
| - sprawność urządzeń odsiarczających | 85% |
| - zużycie węgla $27873 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 4 416 \text{ kg}, = 4,4 \text{ t}$ | |

Jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń.

| | |
|-----------------|--|
| CO ₂ | 2200 kg/Mg |
| SO ₂ | $17 \times 0,6 \times (1-0,85) = 1,53 \text{ kg/Mg}$ |
| NO _x | 4,00 kg/Mg |
| CO | 5,00 kg/Mg |
| Pył | $3 \times 18 \times (1-0,95) = 2,7 \text{ kg/Mg}$ |

Całkowity efekt ekologiczny modernizacji

Wielkość emisji unikniętej w wyniku zastosowania energii odnawialnej:

Zużycie [Mg/rok] :

Miał węglowy 4,4

Emisja zanieczyszczeń [kg/rok]:

| | |
|-----------------|---------|
| CO ₂ | 9 680,0 |
| SO ₂ | 6,73 |
| NO _x | 17,6 |
| CO | 22 |
| Pył | 11,88 |

Stopień redukcji CO₂

Zużycie węgla przed zastosowaniem energii odnawialnej:

$93648 \text{ kWh} \times 3,6 / 22,72 \text{ MJ/kg} = 14 838 \text{ kg},$ 14,8 t

- emisja CO₂ przed zastosowaniem energii odnawialnej: 32 560

- stopień redukcji CO₂ 29%

UWAGA: Wykonanie prac instalacyjnych poprzedzić opracowaniem projektu branżowego sporządzonego przez uprawnionego projektanta