# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

## Zespół Szkół Samorządowych w Dmosinie

Budynki: Szkoły Podstaw. Gimnazjum, sali gimnastycz.

95-061 Dmosin; Dmosin 1C

Audytor: mgr inż. Marek Turczyn

Luty 2017

# Zawartość

Strona tytułowa audytu energetycznego ..... 5

2. Karta audytu energetycznego budynku. ..... 6

2.1. Dane ogólne ..... 6

Stan przed termomodernizacją ..... 6

Stan po termomodernizacji ..... 6

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K] ..... 6

3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu ..... 6

4. Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u. ..... 7

5. Charakterystyka systemu wentylacji ..... 7

6. Charakterystyka energetyczna budynku ..... 7

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu) ..... 8

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8

9. Wskaźniki rezultatu ..... 9

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych ..... 10

3.1. Ustawy i Rozporządzenia ..... 10

3.2. Normy techniczne ..... 10

3.3. Materiały przekazane przez inwestora ..... 10

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe ..... 10

3.6. Dane klimatyczne. ..... 11

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku ..... 12

4.1. Ogólne dane techniczne ..... 12

4.2. Dokumentacja techniczna budynku ..... 14

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku ..... 14

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych ..... 14

4.4. Taryfy i opłaty ..... 15

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego ..... 15

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej ..... 15

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji. ..... 16

4.8. Charakterystyka systemu oświetlenia wbudowanego. ..... 16

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termo modernizacyjnych ..... 17

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego ..... 18

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, połacie dachu płaskiego i skośnego, stolarkę okienną i drzwiową..... 18

6.2.Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na poprawieniu systemu wentylacji poprzez montaż nawiewników okiennych ..... 24

6.3. Ocena opłacalności wariantu zmniejszającego zużycie energii elektrycznej oświetlenia wbudowanego..... 25

6.5. Ocena opłacalności wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego. ..... 26

6.5.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej ..... 26

6.5.2. Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiające sprawność systemu grzewczego..... 26

6.5.3 .Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego: c.o. + c.w.u. ..... 27

6.5.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego ..... 27

6.6. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej. ..... 28

6.6.1. Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ..... 28

6.6.2 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u. ..... 28

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego..... 29

7.1. Zestawienie wybranych usprawnień i wariantów z zestaw. SPBT..... 29

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego ..... 29

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia. ..... 31

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnych..... 31

7.3.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia..... 32

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termo- modernizacyjnego..... 33

7.3.4 Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego ..... 34

8.Opis techniczny optymalnego wariantu termo modernizacyjnego przewidzianego do realizacji..... 34

Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u. ..... 36

Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego ..... 36

9. Podsumowanie i wnioski. ..... 37

Załącznik nr: 1. Zapotrzebowanie na ciepło dla pokrycia strat przez przenikanie dla budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie przed termomodernizacją ..... 38

Załącznik nr: 2. Zapotrzebowanie na ciepło dla pokrycia strat przez przenikanie dla budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie po termomodernizacji. ..... 40

ZAŁĄCZNIK NR 3. Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie. ..... 41

Załącznik nr 4. Zyski ciepła od nasłonecznienia..... 44

Załącznik nr 5: Wewnętrzne zyski ciepła – budynek Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie. - $Q_{int.H}$ ..... 45

Załącznik nr 6 : Wyznaczenie strumienia powietrza wentylacyjnego. ..... 46

Załącznik 7. Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{w, Nd}$ [kWh/rok], GJ/rok..... 48

Załącznik 8. Wyznaczenie wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed wykonaniem ulepszenia termo modernizacyjnego ..... 50

Załącznik 9. Wyznaczenie wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie po wykonaniu ulepszenia termo modernizacyjnego ..... 51

Załącznik 10. Obliczenia efektu ekologicznego – wskaźników rezultatu bezpośredniego..... 52

. Załącznik nr: 11. Osoby udzielające informacji..... 53

Załącznik nr 12. Dokumentacja fotograficzna obiektu z wizji lokalnej..... 53

Załącznik nr 13. Dokumentacja rysunkowa – rzuty i przekroje. ..... 59

# Strona tytułowa audytu energetycznego

<table>
<tr><td colspan="4">1. Dane identyfikacyjne budynku</td></tr>
<tr><td>1 Rodzaj budynku:</td><td>Bud. użyteczności publicznej</td><td>2. Rok budowy:</td><td>1985 - 2004</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3. INWESTOR</td><td rowspan="2">Gmina Dmosin<br>Dmosin 9<br>95-061 Dmosin</td><td colspan="2">4. Adres budynku: Dmosin 1 C</td></tr>
<tr><td colspan="2">Szkoła Podstawowa im. Jana Brzechwy<br>Gimnazjum<br>Sala gimnastyczna</td></tr>
<tr><td colspan="4">2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</td></tr>
<tr><td colspan="4">P.H.U. KWAT<br>ul. Dąbrowskiego 1<br>62-030 LUBOŃ<br>NIP: 777-174-34-93 REGON: 632091944</td></tr>
<tr><td colspan="4">3. Imię, Nazwisko, adres oraz numer NIP audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</td></tr>
<tr><td colspan="3">mgr inż. Marek Turczyn<br>Ul. Dąbrowskiego 1<br>62-030 LUBOŃ<br>NIP: 777-174-34-93</td><td>.....<br>podpis</td></tr>
<tr><td colspan="4">4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje</td></tr>
<tr><td>Lp.</td><td>Imię i nazwisko</td><td colspan="2">Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Miejscowość: Luboń</td><td>data wykonania opracowania</td><td>Luty 2017</td></tr>
</table>

Audyt energetyczny budynków: Zespół Szkół Samorząd. w Dmosinie 95-061 Dmosin, Dmosin 1 C :

- budynek: Szkoła Podstawowa im. Jana Brzechwy w Dmosinie,
- budynek: Gimnazjum w Dmosinie,
- budynek: Sala gimnastyczna

Budynki stanowią jedną całość.

## 2. Karta audytu energetycznego budynku.

| 2.1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|---|---|---|
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna/ słupowa | tradycyjna/ słupowa |
| 2. | Liczba kondygnacji | 1 - 3 | 1 - 3 |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m³] | 17052,81 | 17052,81 |
| 4. | Powierzchnia netto budynku [m²] - (ogrzewana) | 3453,80 | 3453,80 |
| 5. | Pow. użytkowa części mieszkalnej [m²] | placówka oświatowa | placówka oświatowa |
| 6. | Pow. użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²] | 3453,80 | 3453,80 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | bez | bez |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 391 | 391 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | kocioł na olej opałow. | kocioł na pelet |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | kocioł na olej opałow. | kocioł na pelet |
| 11. | Współczynnik kształtu A/V [1/m] | 0,394 | 0,394 |
| 12. | Inne dane charakteryzujące budynek | bud. jednostrefowy | bud. jednostrefowy |
| **2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]** | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne pionowe: szkoła / sala gimnastyczna | 0,232 ; 0,252 | 0,232 ; 0,252 |
| 2. | Ściany zewnętrzne poziome gimnazjum | 1,206 | 0,209 |
| 2. | Dach/strop szkoła | 0,866 | 0,156 |
| | Dach/strop gimnazjum | 0,383 | 0,107 |
| | Dach – sala gimnastyczna | 0,633 | 0,153 |
| 3. | Podłoga na gruncie :sala gimn. / lastrico / wykładziny | 0,34 ; 0,39 ; 0,38 | 0,34 ; 0,39 ; 0,38 |
| 4. | Stolarka drzwiowa i okienna sali gimnast. | 1,25 ; 1,30 ; 1,45 | 1,25 ; 1,30 ; 1,45 |
| 5. | Stolarka drzwiowa (drewno) okienna (szkoła + gimnazj) | 2,38 ; 1,70 | 0,90 ; 1,70 |
| 6. | Drzwi wejściowe kotłowni ; jadalni ; | 1,88 | 0,90 |
| **3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu** | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,82 | 0,85 |
| 2. | Sprawność przesyłania [-] | 0,96 | 0,97 |
| 3. | Sprawność regulacji [-] | 0,77 | 0,93 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1,00 | 1,00 |
| 4.a | Sprawność wykorzystania | 1,00 | 1,00 |
| 5. | Uwzględnienie pracy na ogrzewanie w okresie tygodnia | 0,85 | 0,85 |
| 6. | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu sezonu [-] | 0,95 | 0,95 |

| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u. | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|---|---|---|
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,88 | 0,85 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,70 | 0,80 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 1,00 | 1,00 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 0,85 | 0,85 |
| **5. Charakterystyka systemu wentylacji** | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | grawitacyjna | grawitacyjna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka okienna/kanały | nawiewniki/kanały |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [$m^3$/h] | 4851,66 | 3396,16 |
| 4. | Krotność wymiany powietrza [1/h] | 0,366 | 0,256 |
| **6. Charakterystyka energetyczna budynku** | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 232,18 | 141,27 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW] | 75,32 | 68,30 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1134,77 | 575,71 |
| 4. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw ) [GJ/rok] | 1347,54 | 606,11 |
| 5. | Roczne obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 199,59 | 180,98 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego ( służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła( [GJ/rok] | brak danych | |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła (GJ/rok) | bez liczników. | |
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/($m^2$rok)] | 91,27 | 37,92 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego ) [kWh/($m^2$rok)] | 108,38 | 48,75 |
| 10. | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,00 | 90,47 |

## 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzania budynku [zł/GJ] | 102,43 | 67,83 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c [zł/MW m-c] | | |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m³ c.w.u. [zł/m³] | 36,86 | 21,04 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)] | | |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/m² m-c] | 3,30 | 0,99 |
| 6.. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/GJ] | | |
| 7 | Inne (zł) | | |

## 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | |
|---|---|---|---|
| Planowana kwota środków własnych [zł] | 501 163,00 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 50,87 |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 1 623 723,03 | Dotacja z RPO [zł] | 1 122 392,72 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 131 392,72 | | |

## 9. Wskaźniki rezultatu

| Wskaźnik rezultatu | Jednostka | Wartość bazowa (przed modernizacją) | Wartość docelowa po modernizacji | Efekt w wyniku termomodernizacji |
|---|---|---|---|---|
| Zmniejszenie zużycia energii końcowej w budynku | GJ/rok | 1772,44 | 871,04 | 901,40 (**50,87%)** |
| Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych zwiazanch z użytkowaniem budynku | Tony ekwiwalentu $CO_2$/rok | 166,682 | 19,390 | 147,292 (88,3%) |
| Zwiększenie ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym budynku | GJ/rok | 0,00 | 871,04 | 871,04 (100,0%) |
| Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku | kWh/rok | 660493,02 | 113686,15 | 546806,87 (82,8%) |
| Ilość zmodernizowanych budynków (zespół ) | | 0 | 1 | (100,0%) |
| Powierzchnia użytkowa budynków Poddanych termomodernizacji | zespół | 1 | 1 | 1 (100%) |

Wskaźnik rezultatu - redukcja emisji pyłów [kg/rok]

| Rodzaj pyłu | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji | Zmniejszenie emisji | % redukcji |
|---|---|---|---|---|
| PM10 | 4,641 | 26,761 | - 22,120 | - 576,68 |
| PM2,5 | 4,641 | 25,974 | - 21,333 | - 559,66 |

Energia pierwotna na potrzeby c.o. oraz c.w.u. – $EP_{H+W}$ - [kWh/rok]

przed termomodernizacją: 472 734,54

po: 43 727,26

efekt: zmniejszenie o: 90,75%

# 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

## 3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "Prawo Budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmy opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego (Dz. U. z 13 października 2015 r. Poz. 1606)
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej - Dz.U. z 18 marca 2015 r. Poz. 376
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii - Dz. U. z dnia 27 sierpnia 2012 r. Poz. 962

## 3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

## 3.3. Materiały przekazane przez inwestora

**1. Dokumentacja techniczna**
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

## 3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy Exel 2007

## 3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Zmiana paliwa pierwotnego (oleju opałowego ) w zainstalowanych kotłach olejowych na paliwa energii odnawialnej

2. Wykorzystanie pomocy Państwa oraz dotacji unijnych (na potrzeby złożenia wniosku o dofinansowanie w ramach Osi Priorytetowej IV Gospodarka niskoemisyjna , Działanie IV 2 Termomodernizacja budynków, Poddziałanie IV2.1. Termomodernizacja budynków - ZIT w ramach RPO Woj. Łódzkiego na lata 2014-2020 na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

**501 163,00 zł**

4. Kwota dotacji RPO::

**1 122 085,03 zł**

## 3.6. Dane klimatyczne.

| **Obliczenie stopniodni Sd [dzień K/rok]** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Miesiąc | **$t_e$(m)** °C | **Ld (m)** | **Sd** | **Sd b=0,8** |
| I | **-1,0** | 31 | 651,0 | 520,8 |
| II | **-1,0** | 28 | 588,0 | 470,4 |
| III | **3,3** | 31 | 517,7 | 414,2 |
| IV | **7,6** | 30 | 372,0 | 297,6 |
| V | **13,5** | 5 | 32,5 | 26,0 |
| VI | **16,6** | 0 | 0 | 0 |
| VII | **17,5** | 0 | 0 | 0 |
| VIII | **17,9** | 0 | 0 | 0 |
| IX | **12,9** | 5 | 35,5 | 28,4 |
| X | **6,6** | 31 | 415,4 | 332,3 |
| XI | **3,8** | 30 | 486,0 | 388,8 |
| XII | **0,7** | 31 | 598,3 | 478,6 |
| | | RAZEM: | **3696,4** | **2957,1** |

$t_e$(m) – średnia ,wieloletnia temp. powietrza zewnętrznego dla najbliższej stacji meteorologicznej na podstawie danych Min. Infrastruktury i Budownictwa (www.mir.gov.pl) - dla miasta Łódź

$t_{w\,o}$ – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego

$t_{z\,o}$- - obliczeniowa temp. pow. zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej - dla III strefy wartość wynosi = -20 $^0$CLd (m)
- liczba dni grzejnych w miesiącu – na podstawie Tabeli 1 Rozp. Min.Infrastr. z 17 marca 2009 r Dz. U. nr 43/2009 poz. 346 ; wartości natężeń promieniowania słonecznego przyjęto dla stacji meteorologicznej - **Łódź**

# 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

## 4.1. Ogólne dane techniczne

A/ Konstrukcja.

1. Zespół szkół składa się z trzech połączonych ze sobą łącznikami budynków: szkoły podstawowej z roku 1985 oraz budynku gimnazjum i sali gimnastycznej (sportowej) - **stanowiących jedną całość** ( rzuty, usytuowane zamieszczono w dokumentacji rysunkowej w załącznikach stanowiących integralną cześć opracowania)
   Na podstawie dokumentacji tech. obiektów, jej analizy pod względem energetycznym oraz wizji na obiekcie i danych przekazanych przez Zleceniodawcę ustalono:

   a/ ściany zewnętrzne:
   - szkoły – w systemie tradycyjnym : z pustaków ceramicznych MAX ( 0,288 + 0,188 m) zaizolowanych termicznie 10 cm styropianu oraz tynkami: mineralnym od wewnątrz i akrylowym od zewnątrz - całość 51 cm ( nieznaczne powierzchnie styropianu pouszkadzane do renowacji )
   - sali sportowej - o konstrukcji nośnej ze słupów żelbetowych z wypełnieniem pustakami MAX 2x 0,188 zaizolowane termicznie 10 cm styropianu z tynkami j.w.
   – gimnazjum – o konstrukcji tradycyjnej z cegły pełnej ceramicznej z tynkami cementowo-wapiennymi (bez izolacji styropianem) o łącznej grubości 48 cm
   Łączne powierzchnie w zał nr 3
   b/ posadzki
   - szkoła – tradycyjne : podsypka, beton, izolacje przeciwwilgociowe , jastrych płytki lastrico (wykładzina PCV)
   - sala sportowa - podsypka, beton, izolacje przeciwwilgociowe, stelaż drewniany (pustka powietrzna) deski + wykładzina PCV ; ciągi komunikacyjne – jak w szkole
   - gimnazjum - tradycyjny j.w. z lastrikiem ;
   c/ dach – stropodach –
   - sala gimnastyczna – o konstrukcji dźwigarów dachowych przykryte płytą warstwową EJZW3/A/S - składającą się z 6 cm styropianu + 2* 0,6 cm azbesto-cementu w między okładzinami z blach falistych
   - szkoła - dach płaski – płyta kanałowa z płytami korytkowymi na ściankach ażurkowych z luźno i nieszczelnie 10 cm wełny mineralnej (zbitej – nie spełniającej żadnej roli)
   - gimnazjum – dach skośny dwuspadowy konstrukcji drewnianej przykryty tylko blacho dachówką (bez izolacji) izolacja stropodachu (10 cm styropian)
   d/ stolarka okienna –
   - szkoła ; gimnazjum – profile PCV z szybami podwójnymi zespolonymi średnio wyeksploatowane , w stanie zadawalającym, bez nawiewników o współczynniku przenikania ciepła ok. 1,7 [W/m$^2$K - nie

spełniające warunków termoizolacyjności
sala sportowa – okna z profilu Al. – PCV w stanie zadawalającym - część powierzchni w dolnych warstwie otwieralne, całość bez nawiewników
e/ stolarka drzwiowa
- sala sportowa -drzwi pełne profilu Al.-PCV z wypełnieniem pianką PUR w stanie dobrym
- szkoła podst. – drzwi główne wejściowe zewnętrzne oraz wewnętrzne w systemie pomieszczenia komorowego - z drewna litego (4 cm) w większej powierzchni przeszklone pojedynczo (zarówno wewnętrzne jak i wewnętrzne ), nieszczelne; nawet sumarycznie nie spełniające warunków termoizolacyjności ; pozostałe z profilu PCV – Al przeszklone izolowane pianką PUR
drzwi części piwnicznej (kotłowni a, skład oleju) – pełne metalowe z izolacja wewnętrzną
- gimnazjum - główne profil Al.-PCV częściowo przeszklone w dobrym stanie ;
drwi boczne – pełne drewniane (4 cm) nieszczelne i nie spełniające warunków termoizolacyjności
f/ system centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej - zrealizowany poprzez dwa kotły na paliwo płynny (lekki olej opałowy) o mocy 151 – 217 [kW] ; usytuowanym w pomieszczeniu ogrzewanym (piwnica ) z przewodami w miarę izolowanymi oraz regulacją na kotle automatyczną, grzejniki płytowe (5 szt wyeksploatowanych o bardzo niskiej sprawności do wymiany) bez zaworów termostatycznych ( zwykłe kulkowe) ;
c.w.u. - zbiornik buforowy akumulacyjny 300 L w systemie obiegu cyrkulacyjnego wymuszonego przewodami izolowanymi
f/ wentylacja – grawitacyjna : nawiew przez uchylone (także nieszczelne okna) – bez nawiewników ; wywiew – kratki wentylacyjne wywiewne do kanałów zbiorczych i przewodów kominowych ( w kuchni wywiew wspomagany mechanicznie )
g/ klimatyzacja - brak
h/ oświetlenie wbudowane –
- w części szkolnej (dydaktycznej , socjalnej,… ) oprawy świetlówkowe (na podwójne żarówki świetlówkowe 36 W (43,2 W) ) w ilości 344 szt ( 688 żarówek) 9 szt. opraw żarowch (40 W) oraz 27 szt opraw neonowych - w tym 70 szt w poważnym stopniu wyeksploatowane (do wymiany)
- w sali gimnastycznej - oświetlenie żarowe (sodowe) 25 szt opraw x 500 [ W ]

## / Geometria / profil użytkowy

Łączna pow. ogrzewana . **$A_f$ = 3 453,80 [ $m^2$ ]** w tym:
- sala sportowa z łącznikiem - 635,11 [$m^2$]
- szkoła podst. z łącznikiem - 1640,12 [$m^2$]
- gimnazjum - 1178,57 [$m^2$]

Powierzchnia zabudowy – 1801,38 [$m^2$] (w tym odpowiednio j.w. 605,03 + 746,97 + 449,38 $m^2$)

Kubatura budynku (do obliczeń wentyl.) – sala gimn. 4 252,76 $m^3$ + szkoła podst. 5463,,83 $m^3$ + gimnazjum 3535, 71 $m^3$ = **13 252,30** $m^3$
Kubatura budynku (do obliczeń cieplnych)– 13 161,00 + 3891,81 = 17 052,81 $m^3$
Liczba osób użytkujących budynek - 343 uczniów + 48 kadry = 391 os.

Współczynnik kształtu - 0,394 [1/m] -
Temperatury okresu: jesienno-zimowo-wiosennego : 20 $^0$C , poza okresem .> 20$^o$C

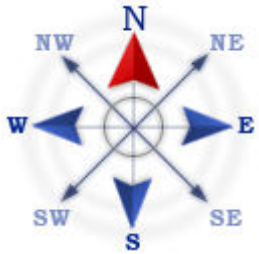
Godziny użytkowania: - pon. – pt. $7^{00}$ - $15^{30}$ = (bez wakacji i dni wolnych) =
187 x 8,5 = 1589,5 godz/rok ( sala sportowa : pon. – pt. . $7^{00}$ - $16^{30}$ - 1776,5 (h/rok )

## 4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata

**Wejście główne – od strony północnej** ( N )
(strona tytułowa)




## 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

### 4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

| | | |
|---|---|---|
| Ściany zewnętrzne – sala gimnastyczna (+ łącznik) | **0,254** | W/(m²•K) |
| Ściany zewnętrzne – szkoła podstawowa (+ łącznik) | **0,232** | W/(m²•K) |
| Ściany zewnętrzne - gimnazjum | **1,206** | W/(m²•K) |
| Dach /stropodach – szkoła | **0,866** | W/(m²•K) |
| Dach stropodach – gimnazjum | **0,383** | W/(m²•K) |
| Dach – sala sportowa | **0,633** | W/(m²•K) |
| Podłoga na gruncie | **0,34 ; 0,38 ; 0,39** | W/(m²•K) |
| Stolarka okienna sali sport. | **1,45** | W/(m²•K) |
| Stolarka okienna szkoła / gimnazjum | **1,70** | W/(m²•K) |
| Stolarka drzwiowa drewniana | **2,38** | W/(m²•K) |
| Stolarka drzwiowa PCV-Al. (przeszklona ; pełna) | **1,30 ; 1,25** | W/(m²•K) |
| Stolarka drzwiowa Met- PCV wełna (szkoła , piwnice) | **1,88** | W/(m²•K) |

(szczegóły : zał nr 3)

## 4.4. Taryfy i opłaty

| Ceny ciepła - c.o. / cwu | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|---|---|
| Koszt 1 $dm^3$ oleju opałowego | 2,42 zł | |
| Koszt 1000 kg peletu | | 890,00 zł |
| Wartość opałowa nośnika energii | 43,10 MJ/kg = 35,80 MJ/$dm^3$ | 19,00 MJ/kg |
| Koszty pozostałe (kominiarz, serwis, drobne naprawy, dozór techniczny …) | 4 067,48 zł/rok | 4 067,48 zł/rok |
| **Ceny energii elektrycznej** | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| Energia czynna średnia | 0,2597 zł/kWh | 0,2597 zł/kWh |
| Opłata przesyłowa zmienna średnia szczytowa / pozaszcz. – średnia warzona | 0,4103 zł/kWh | 0,4103 zł/kWh |

## 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Wytwarzanie** | Kotły na paliwo ciekłe 2 szt.(lekki olej opałowy) z zamkniętą komorą spalania o mocy 151 – 217 kW . , niskotemperaturowe ze sterowaniem ciągłym automatycznym | $\eta_{H,g}$ = | 0,92 |
| **Przesyłanie ciepła** | C.o. wodne z źródła ciepła z przestrzeni ogrzewanej z izolowanymi przewodami | $\eta_{H,d}$ = | 0,96 |
| **Regulacja systemu grzewczego** | Ogrzewanie centralne wodne z grzejnikami płytowymi, z regulacją centralną bez miejscowej i pogodowej | $\eta_{H,e}$ = | 0,77 |
| **Akumulacje ciepła** | Brak zasobników buforowych | $\eta_{H,s}$ = | 1,00 |
| Czas ogrzewania w okresie tygodnia | Liczba dni: 5 dni | $w_t$ = | 0,85 |
| Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby | Liczba godzin: | $w_d$ = | 0,95 |
| Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s}$ = | | | 0,680 |
| Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu | | | |
| Cena 1GJ energii cieplnej = **102,43 [ zł/GJ ]** (zał. 1) | | | |

## 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wytwarzanie ciepła | Kotły j.w. – z sterowaniem automatycznym połączonym z wymiennikiem ciepła | $\eta_{W,g}$ = | 0,88 |
| Przesył ciepłej wody | Centralny z obiegiem cyrkulacyjnym , pionami i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi | $\eta_{W,d}$ = | 0,70 |
| Akumulacja ciepła | Zasobnik akumulacyjny izolowany (300 L) | $\eta_{W,s}$ = | 0,85 |
| Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\eta_{W,d}\eta_{W,s}$ = | | | **0,524** |

## 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji.

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego (poprzez uchylane okna) w pomieszczeniach wentylowanych grawitacyjnie) mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

| Rodzaj wentylacji | Wentylacja grawitacyjna |
|---|---|
| Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza | Nawiew. wentylacji grawitacyjnej – poprzez rozwarte, nieszczelne i uchylone okna ( brak nawiewników)<br>Wywiew – poprzez kratki wywiewne do zbiorczych kanałów kominów wentylacyjnych |
| Strumień powietrza wentylacyjn. wymagany obliczeniowy (zał. 6) | 1,34768 $m^3/s$ = 4851,66 $m^3/h$ ; |
| Krotność wymian powietrza | 0,366 wym/h; |

## 4.8. Charakterystyka systemu oświetlenia wbudowanego.

Oświetlenie , w absolutnej większości, realizowane jest w budynkach poprzez żarówki typu świetlówkowego w oprawach rastrowych , hermetycznych oraz zwykłych o mocy 2 x 36 W (właściwie 2 x 43,2 W) . Stwierdzono (dokumentacja , wizja) : 344 opraw świetlówkowych podwójnych ( 688 szt żarówek ) , 27 szt opraw neonowych oraz 9 szt opraw żarowych o mocy 40 [W]
w tym 70 szt. opraw do wymiany (ze względów znacznego wyeksploatowania i utraty sprawności)
Dodatkowo na sali gimnastycznej znajdują się 25 szt opraw żarowych (żarówki sodowe) o mocy 500 [ W] każda. Z danych wykorzystywanych do określeń ilości energii (tabela 6 Dz. u. z 2012 r poz. 962 ) oraz informacji zebranych na wizji przyjęto do obliczeń czasy użytkowania źródeł światła przyjmując dla pomieszczeń wartości 185 dni * 8,5 h – dla sal i gabinetów oraz 25% mniejsze dla ciągów komunikacyjnych i pomieszczeń socjalnych. Dla sali gimnastycznej czas użytkowania wynosi 90 % czasu jak dla sal lekcyjnych.

Moc opraw wynosi zatem:
- dla opraw świetlówkowych: 688*43,2 = 29 721,6 [W] = 29,72 [kW]
- dla opraw neonowych 27*9 =243 [W] = 0,243 [kW]
- dla opraw żarowych 9*40= 360 [W] = 0,36 [kW]
-dla sali sportowej: 25 * 500 = 12,5 [kW]
RAZEM: 42,823 [ kW]
Zużycie energii elektrycznej na oświetleniu wbudowanym wyniesie zatem:
30,323 *0,6*185*8,5 = 28 609,75 [kWh/rok] sale , gabinety…
30,323*0,4*185*8,5*0,75 = 14 304,88 [kWh/rok] ciągi kom. pom. socjalne …

12,5*9,5*185*0,9 = 19 771,88 [kWh/rok] sala sportowa
RAZEM: 62 586,51 [kWh]/ rok

## 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termo modernizacyjnych

Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju w 2014 roku wprowadzono nowe wymagania dotyczące izolacyjności poszczególnych przegród budowlanych.

Dla audytowanego budynku maksymalne wartości **współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K] wynoszą:**

| NAZWA PRZEGRODY | Umax od 2014 r. | Umax od 2017 r. | Umax od 2021 r. |
|---|---|---|---|
| ściany zewnętrzne | 0,25 | 0,23 | 0,20 |
| dachy, stropodachy | 0,20 | 0,18 | 0,15 |
| podłoga na gruncie | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| okna, drzwi balkonowe | 1,3 | 1,1 | 0,9 |
| drzwi zewnętrzne | 1,7 | 1,5 | 1,3 |

| Rodzaj przegrody lub instalacji | Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy |
|---|---|
| **Ściany zewnętrzne pionowe** | Ściany zewnętrzne wykonane w systemie tradycyjnym: budynku szkoły z cegły ceramicznej max (łącznie 48 cm) i ocieplone 10 cm styropianu; budynku sali sportowej w systemie nośnych słupów żelbetowych z wypełnieniem pustakami ceramicznymi max ( 38 cm) z ociepleniem 10cm styropianu (częściowo pouszkadzanym) - o dopuszczalnych współczynnikach przenikania ciepła – **modernizacja nie wymagana** (poza uzupełnieniem ubytków)<br>Budynek gimnazjum z pełnej cegły ceramicznej 9 48 cm) - bez izolacji cieplnej –**wymagana termodernizacja - izolacja styropianem** ( w pełnym systemie lekko-mokrym) |
| **Podłoga na gruncie.** | W technologii betonowa-jastrychowym – bez izolacji cieplnych. Współczynnik przenikania ciepła ( U = 0,34 ;0,38 ; 0,39 W/m²K) .<br>**Wymagana jest modernizacja** – ze względu na duże koszty modernizacji ( wymianę drzwi wewnętrznych …) inwestor rezygnuje z modernizacji. |
| **Dach, stropodach.** | Strop szkoły zewnętrzne klasyczne - z płyty kanałowej ( płyt żelbetowych) z płytami korytkowymi wentylowane, izolowany 10 cm wełny mineralnej zbitej i zdegerowanej – **Wymagana jest termomodernizacja** poprzez ułożenie warstw wełny mineralnej na stropie w systemie pod podestowym z membranami : paroszczelnymi od strony wewnętrznej i paro przepuszczalnymi po stronie zewnętrznej –klejonymi zakładkowo.<br>Dla skośnego dachu gimnazjum **wymagana jest termomodernizacja** poprzez izolację powierzchni wewnętrznych wełną mineralną (dwie warstwy krzyżowo)w systemie membran (jak wyżej) oraz zachowaniem 4 -5 cm dylatacji pomiędzy warswą wełny zewnętrznej a blacho dachówką.<br>Dla sali gimnastycznej (z przyległościami) – wobec konieczności rozbiórki (ze względu na możliwą katastrofę budowlaną – ekspertyza) - **wykonać** po rozbiórce i montaży nowej konstrukcji nośnej – **termomodernzację z płyty warstwowej wypełnionej warstwą poliuretanu.** |

| | |
|---|---|
| **Stolarka okienna.** | W większości (poza salą gimnastyczną), z profili PCV mocno wyeksploatowane (pond 20 lat) z pakietem szyb zespolonych podwójnych bez nawiewników okiennych. **Zalecana modernizacja w zakresie wymiany** w pełnym zakresie montażowym także z nawiewnikami. Inwestor (ze względów kosztowych nie planuje wymiany (tylko montaż nawiewników).<br>Sala gimnastyczna okna połaciowe wzmacniane mechanicznie (w dolnych płaszczyznach otwieralne) **– wymagana modernizacja w zakresie montażu nawiewników .**<br>. |
| **Stolarka drzwiowa.** | Mieszana- Sali sportowej i głównych drzwi wejściowych gimnazjum w stanie dobrym ( **nie wymagana modernizacja**)<br>Pozostała: drewniana: główne zewnętrzne szkoły oraz boczne gimnazjum (4 cm kasetonowe) oraz wejściowe do kotłowni i stołówki szkoły ( pełne z profili PCV – Al. ) o bardzo dużym współczynniku przenikania ciepła nieszczelne i wyeksploatowane o dużym współczynniku przenikania **. Wymagana jest modernizacja** - wymiana w pełnym systemie montażowym. |
| **System centralnego ogrzew. oraz c.w.u.** | Kotły niskotemperaturowe na paliwo lekki olej opałowy o mocy 151 – 217 kW w pomieszczeniu ogrzewanym z automatyką i sterowanym nadmuchem powietrza. Przewody izolowane, wymienniki ciepła (grzejniki ) bez zaworów termostatycznych W celu podniesienia sprawności **wymagana jest pełna modernizacja układu – czyszczenie chemiczne, montaż zaworów termostatycznych blokowanych, sterowania pogodowego.** (wg sugestii inwestora).<br>C.w.u. – jak w rozdziale IV 6.<br>Inwestor planuje – w celu zwiększenia udziału OZE w budynku (oraz redukcji kosztów- wymianę źródła i nośnika energii cieplnej - instalację kotłów na paliwa peletowe wraz z niezbędną infrastrukturą i automatyką pokrywającym 100% zapotrzebowania rocznego na c.o. oraz c.w.u. |

| | |
|---|---|
| **System oświetlenia wbudowanego** | Zasilany z sieci energetycznej w cenie 0,2597 + 0,4103 zł/kWh (energia czynna + przesył) - **wymagana modernizacja** polegająca na wymianie żarówek świetlówkowych na LED-owe oraz modernizację systemu przesyłu i zabezpieczeń – (części opraw) co w istotny obniży koszty związane z oświetleniem i zapewni spełnienie wymagań bezpieczeństwa. |
| **System zaopatrzenia w energię elektryczną.** | Realizowany poprzez drogie dostawy energii z sieci energetycznej - (186,11 zł/GJ)**modernizacja systemu (jest zalecana)** poprzez montaż paneli fotowoltaicznych w wielkości zapotrzebowania: oświetleniowego (po wymianie na LED-owe); co istotnie zredukuje koszty zakupu energii elektrycznej budynku. (wersja opcjonalna). Inwestor nie przewiduje modernizacji w tym zakresie, |

## 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

### 6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, połacie dachu płaskiego i skośnego, stolarkę okienną i drzwiową.

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | |
|---|---|
| Modernizacja przegrody: ściany zewnętrzne, pionowe<br><br>Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku w systemie lekko-mokrym– przyklejenie na oczyszczonym podłożu płyt ze styropianu z właściwą warstwą kleju (obwodowo – kleksowo do 60% pow.) do dolnego poziomu posadzek oraz kołkowanie . Wklejenie warstwy zbrojącej z siatką z włókna szklanego ( 1 warstwa z siatką 2mm – druga wyrównawcza po 24 h 1 mm).+ gruntowanie przeciwwilgociowe. Cokół powyżej terenu naniesienie podkładu tynkarskiego, oraz wyprawy tynkarskiej silikatowej (akrylowej).<br><br>W tym zakresie należy wykonać prace towarzyszące w postaci napraw powyrywanych fragmentów izolacji cieplnych w częściach szkoły podstawowej oraz sali gimnastycznej (wartość robót 20% wariantu z najlepszym czasem zwrotu.). | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | płyta styropianowa , $\lambda$<= 0,038 [W/(m•K)]; |

| | | |
|---|---|---|
| Powierzchnia przegród do obliczeń strat ciepła As: | 706,96 $m^2$ | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | 706,96 $m^2$ | |
| Stopniodni: **3696,4** dzień•K/rok | $t_{wo}$= 20,00 °C | $t_{zo}$= -20,00 °C |

| Dmosin - gimnazjum | | | Wariant 1 | Wariant 2 | Wariant 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Koszt 1 GJ energii brutto | zł/GJ | 102,43 | 102,43 | 102,43 | 102,43 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji | cm | --- | **15** | **18** | **20** |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/($m^2$K) | **1,206** | **0,209** | **0,180** | **0,164** |
| Opór cieplny R | ($m^2$K)/W | 0,829 | 4,785 | 5,567 | 6,092 |
| Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta$ R | ($m^2$K)/W | -- | 3,956 | 4,738 | 5,263 |
| Straty ciepła na przenikaniu Q | GJ | 272,29 | 47,19 | 40,64 | 37,03 |
| Roczna oszczędność kosztów $\Delta$ O | zł/rok | --- | **23066,00** | **23727,91** | **24097,68** |
| Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$ | zł/$m^2$ | --- | 249,00 | 257,50 | 269,50 |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 176033,04 | 182042,20 | 190525,72 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | **7,63** | **7,68** | **7,91** |

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

Dla wybranych wariantów osiągnięto najniższe wskaźniki SPBT
**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego = 176 033,04 zł + 20% = 211 239,65 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego 7,63 **lat**

**Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**

**Modernizacja przegrody : stropodach**

Zaizolowanie powierzchni stropodachu nieogrzewanego wełną mineralną (dwie warstwy krzyżowo) przykrytą stelażem podestowym drewnianym. Wełnę od dołu (pow. cieplejsza) zabezpieczyć sklejaną szczelnie membraną paroszczelną ; od góry sklejaną folią (menbrana ) paroprzepuszczalną z zachowaniem 5 cm pustki powietrznej pod podestem.
.
Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacyjnej (w każdej wersji spełniony ma być warunek izolacyjności poniżej wartości 0,18 W/m$^2$K)

| | |
|---|---|
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | **Wełna mineralna $\lambda$< 0,038 [W/(m•K)]** |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As: | **746,97**m$^2$ |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | **683,77** m$^2$ |

| | | |
|---|---|---|
| Stopniodni: **3696,4 dzień**•K/rok | $t_{wo}$= **20,0** °C | $t_{zo}$= **-20,00** °C |

| Stropodach szkoły podst. | | | **Wariant 1** | **Wariant 2** | **Wariant 3** |
|---|---|---|---|---|---|
| Koszt 1 GJ energii brutto | zł/GJ | 102,43 | 102,43 | 102,43 | 102,43 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji | cm | --- | **20** | **25** | **30** |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m$^2$K) | **0,866** | **0,156** | **0,129** | **0,110** |
| Opór cieplny R | (m$^2$K)/W | 1,155 | 6,418 | 7,734 | 9,050 |
| Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta$ R | (m$^2$K)/W | -- | 5,263 | 6,579 | 7,895 |
| Straty ciepła na przenikaniu Q | GJ | 206,59 | 37,22 | 30,77 | 26,24 |
| Roczna oszczędność kosztów $\Delta$ O | zł/rok | --- | **17348,57** | **18009,24** | **18473,25** |
| Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$ | zł/m$^2$ | --- | 140,00 | 150,00 | 160,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 95727,80 | 102565,5 | 109403,2 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | **5,52** | **5,70** | **5,92** |

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1**

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższe wskaźniki SPBT

**Charakterystyka wariantu optymalnego.**

Koszt realizacji wariantu optymalnego = 95 727,80 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego – 5,52 lat

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | |
|---|---|
| **Modernizacja przegrody : dach (skośny)**<br><br>Wykonanie ocieplenia dachu zewnętrznego poprzez ułożenie (dwóch warstw krzyżowo ) warstwy izolacji z materiału termoizolacyjnego : wełny mineralnej<br><br>Koniecznie należy wykonać paroizolację : folią sklejaną na łączach paroprzepuszczalną od strony zewnętrznej i paroszczelną od wewnętrznej oraz pozostawić nad membraną zewnętrzną min. 5 cm szczelin dylatacyjnych.<br>Izolacje wykonać z 2 warstw krzyżowo – w tym z pierwszej pomiędzy krokwiami<br>W tym zakresie należy także wykonać prace towarzyszące w postaci wymiany poszycia dachowego z bardzo skorodowanej blachy na blacho dachówkę z własciwą obróbką i montażem. Wartość robót dodatkowych z materiałem 90 zł/m$^2$ | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | wełna mineralna $\lambda$< 0,038 [W/(m•K)]; |

| | | |
|---|---|---|
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As: | (396,61) / 537,68 m$^2$ | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | 537,68 m$^2$ | |
| Stopniodni: **3696,4 dzień**•K/rok | $t_{wo}$= 20,0 °C | $t_{zo}$= -20,00 °C |

| **Dach** skośny gimnazjum | | | **Wariant 1** | **Wariant 2** | **Wariant 3** |
|---|---|---|---|---|---|
| Koszt 1 GJ energii brutto | zł/GJ | 102,43 | 102,43 | 102,43 | 102,43 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji | cm | --- | **25** | **30** | **35** |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m$^2$K) | **0,383** | **0,149** | **0,124** | **0,107** |
| Opór cieplny R | (m$^2$K)/W | 2,610 | 6,749 | 8,065 | 9,381 |
| Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta$ R | (m$^2$K)/W | -- | 4,139 | 5,455 | 6,771 |
| Straty ciepła na przenikaniu Q | GJ | 37,09 | 25,58 | 21,29 | 18,37 |
| Roczna oszczędność kosztów $\Delta$ O | zł/rok | --- | **1178,97** | **1618,38** | **1917,49** |
| Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$ | zł/m$^2$ | --- | 130,00 | 138,00 | 146,50 |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 69898,40 | 74199,84 | 78770,12 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | **59,21** | **45,84** | **41,07** |

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 3**

Dla wybranych wariantów osiągnięto najniższe wskaźniki SPBT

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantów optymalnych = 78770,12 zł + 537,68* 90,00 zł/m$^2$ = 127 161,32 zł

Prosty sumaryczny czas zwrotu wariantów optymalnych **41,07 lat**

Optymalna grubość dodatkowych izolacji: 25 cm ( o współczynnikach przewodzenia ciepła nie większym niż – 0,038 W/m K

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | |
|---|---|
| **Modernizacja przegrody : dach płaski sali sportowej**<br><br>Wymiana całkowita konstrukcji nośnej dachowej ( ze względu na zagrożenie katastrofą budowlaną ) wraz położeniem nowej powierzchni zewnętrznej z płyt warstwowych poliuretanowych oraz wszystkimi obróbkami .<br><br>Ze względu na występujący azbest (w starej płycie ) – całość bez odzysku materiałowego . | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Płyta warstwowa z PUR $\lambda$< 0,025 [W/(m•K)]; |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As: | | 556,92 $m^2$ | | | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | | 556,92 $m^2$ | | | |
| Stopniodni: **3696,4 dzień**•K/rok | $t_{wo}$= 20,0 °C | | | $t_{zo}$= -20,00 °C | |
| **Dach** płaski sali sportowej | | | **Wariant 1** | **Wariant 2** | **Wariant 3** |
| Koszt 1 GJ energii brutto | zł/GJ | 102,43 | 102,43 | 102,43 | 102,43 |
| Grubość proponowanej izolacji | cm | --- | **12** | **14** | **16** |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/($m^2$K) | **0,633** | **0,202** | **0,174** | **0,153** |
| Opór cieplny R | ($m^2$K)/W | 1,580 | 4,95 | 5,74 | 6,54 |
| Straty ciepła na przenikaniu Q | GJ | 112,59 | 35,93 | 30,95 | 27,21 |
| Roczna oszczędność kosztów $\Delta$ O | zł/rok | --- | **7852,28** | **8362,39** | **8745,47** |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 629023,55 | 635734,14 | 639872,06 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | **80,11** | **76,02** | **73,17** |

**Ze względu na konieczność termomodernizacji połaci dachowych polegającej na ich wymianie – co wiąże się z naruszeniem konstrukcji nośnych oraz ich dociążeniem - istnieje spore i realne ryzyko nie spełnienia warunków wytrzymałościowych tychże (inwestor jest w posiadaniu ekspertyzy technicznej wraz z kosztorysem inwestorskim ) - istniejący dach należy rozebrać (ze względu na występujący azbest – bez odzysku materiałowego) – wykonać na nowo konstrukcję nośną dachu wraz z przykryciem go płytami warstwowymi POLIURETANOWYMI.**

**Koszt konstrukcji (wg kosztorysu) – 533 478,06 brutto + koszt poszycia dachowego dla poszcz. opcji (za 1 $m^2$) brutto odpowiednio: 96,56 zł ; 108,61 zł ; 116,04 zł + 75,0 zł( dla każdej opcji) kosztów robocizny brutto.**

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 3**

Dla wybranych wariantów osiągnięto najniższe wskaźnik SPBT

**Charakterystyka sumarycznego wariantu optymalnego: (dla wszystkich dachów – stropów)**

Koszt realizacji wariantów optymalnych = 814 369,98 zł
Roczne oszczędności kosztów energii: 28 011,53

Prosty sumaryczny czas zwrotu wariantów optymalnych **29,07 lat**

Optymalna grubość dodatkowych izolacji: 16 cm ( o współczynnikach przewodzenia ciepła nie większym niż – 0,025 W/m K

## Modernizacja przegrody: drzwi wejściowe

Wymiana „starych" drewnianych (4 cm – z pojedynczymi szybami) drzwi wejściowych budynku (główne wejście do szkoły 2 szt + boczne gimnazjum) na właściwe z pełnym montażem systemowym: szczeliny dylatacyjne obwodowe 10-30 mm; montaż mechaniczny (kotwy lub dyble w rozstawie wg ITB); izolacje przeciwwilgociowe – membrana paroizolacyjna od wewnątrz – paro przepuszczalna od zewnątrz; izolacje cieplne –pianka PUR między izolacjami.

| | | |
|---|---|---|
| Proponowany materiał wewnętrznej izolacji skrzydła: pianka PUR lub granulat PIR | **Drzwi półprzeszklone (pakiet trójszybowy)** | |
| Powierzchnia przegród do obliczeń strat ciepła As: | **30,98** $m^2$ (3 szt) | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | **30,98** $m^2$ | |
| Stopniodni: **3696,4** dzień•K/rok | $t_{wo}$= **20,00** °C | $t_{zo}$= **-20,00** °C |

| | | | Wariant 1 | Wariant 2 |
|---|---|---|---|---|
| Koszt 1 GJ energii brutto | zł/GJ | 102,43 | 102,43 | 102,43 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/($m^2$K) | **2,38** | **1,1** | **0,9** |
| Opór cieplny R | ($m^2$K)/W | 0,420 | 0,769 | 0,833 |
| Straty ciepła na przenikaniu Q | GJ | 23,55 | 10,88 | 8,90 |
| Roczna oszczędność kosztów Δ O | zł/rok | --- | **1297,79** | **1500,60** |
| Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$ | zł/$m^2$ | --- | 499,99 | 590,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 15489,69 | 18278,20 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | **30,98** | **12,18** |

**Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 2**

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy wskaźnik SPBT

**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: ok. 18278,20 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,18 lata

## 6.2.Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na poprawieniu systemu wentylacji poprzez montaż nawiewników okiennych

**Modernizacja okien – montaż nawiewników.**

Nawiewniki umieścić w górnej części okna (środek skrzydła) z dyszą kierującą strumień napływającego powietrza pod sufit. Powinny być wyposażone min.w : daszek zewn. (ochrona przed wodą i owadami z zewn.); filtr –(ochrona przed kurzem, brudem i hałasem); kratkę z regulacją wielkości strumienia nawiewanego.
Ilość nawiewników powinna zapewnić warunki nadmuchu świeżego powietrza w ilości 20 $m^3$ na osobę

Projektowany strumień powietrza wentylacyjnego $V_{norm}$ = 3396,16 [$m^3$/h]

Powierzchnia całkowita okien przed /po modernizacji **408,09** [$m^2$] + 147,68 $m^2$

**Ilość** nawiewników do montażu - na sali gimnastycznej) = 29,83*14,10*7,4 * 0,256 = 796,79 $m^3$ / 25 ($m^3$/naw) = 32 szt [nawiewników) + 8999,54 $m^3$ *0,256 = 2304 /25 = 93 nawiewniki (Razem: 125 szt)
Ze względu na specyfikę przeznaczenia budynku rozpatrzono tylko wersję montażu nawiewników higrosterowalnych.
**Wariant 1 - montaż okiennych nawiewników regulowanych automatycznie (higrosterowalne)**

| | | |
|---|---|---|
| Stopniodni: **3696,4 dzień**•K/rok | $t_{wo}$= **20,0** °C | $t_{zo}$= **-20,00** °C |

| | | Stan istniejący | **Wariant 1** |
|---|---|---|---|
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 102,43 | 102,43 |
| Współczynniki korekcyjne wentylacji | $C_r$<br>$C_w$ | 1,0<br>1,2 | 0,7<br>1,2 |
| Zwiększenie oporu cieplnego Δ R | ($m^2$K)/W | -- | - |
| Strumień pow. wentylacyjnego | $m^3$/h | 4851,66 | 3396,16 |
| Straty ciepła na przenikaniu (wentylacyjne) Q | GJ/rok | 527,25 | 369,07 |
| Roczna oszczędność kosztów Δ O | zł/rok | --- | **16188, 14** |
| Cena jednostkowa usprawnienia $K_j$ | zł/szt | --- | 212,71 |
| Koszty realizacji usprawnienia $N_u$ | zł | --- | 26588,75 |
| Prosty czas zwrotu SPBT [lat] I | | | **1,64** |

**Uwaga**: zmiana systemu wentylacji (nawiewów) – w celu uzyskania planowanych efektów wymaga także – **zmiany nawyków wentylacyjnych użytkowników** – co często jest procesem dosyć rozciągniętym w czasie.

**Charakterystyka wariantu wymiany** drzwi i montażu nawiewników

Koszt realizacji usprawnień: 44 866,95 zł

Roczne oszczędności kosztów energii: 17688,74 zł

Prosty czas zwrotu **SPBT – 2,54 lat**

## 6.3. Ocena opłacalności wariantu zmniejszającego zużycie energii elektrycznej oświetlenia wbudowanego

**Modernizacja oświetlenia wbudowanego.**

Modernizacja polega na wymianie żarówek, , sterowania (przez co zredukowane zostaną moce źródła) na nowe oświetlenie LED-owe (zgodnie z obowiązującymi przepisami) w tym wymianę 70 szt opraw świetlówkowych oraz 25 szt opraw sali sportowej charakteryzujące się zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej i mocy opraw; możliwością wielokrotnego załączania bez skrócenia żywotności; brakiem efektu pulsowania, dużą żywotnością min. 50 tys. h; odpornością na wahania napięcia….

Proponuje się wymianę wszystkich ( o mocy 36 – 43,2 W) żarówek świetlówkowych na LED-owe.wraz oświetleniami awaryjnymi i nocnymi

**Wymiana sukcesywna wszystkich 688 szt świetlówkowych żarówek oświetleniowych + 9 żarowych oraz 27 neonowych + 25 lamp żarowych sali sportowej o mocy łącznej = 42,823 kW zużywających = 62 586,51 kWh energii elektrycznej rocznie**

| | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|---|---|---|---|
| Całkowita moc zainstalowana | kW | 42,823 | 15,955 |
| Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia | kWh/rok | 62586,51 | 23318,49 |
| Cena 1 kWh energii elektr. z opłatą zmienną | zł | 0,67 | 0,67 |
| Koszt energii elektr. oświetlenia | zł/rok | 41932,96 | 15623,39 |
| Roczna oszczędność energii | kWh/rok | | **39268,02** |
| Roczna oszczędność kosztów zł/rok | | | **26309,57** |
| Cena modernizacji wg śr. cen rynk. | | | 97855,25 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | | | **3,72** |

Szacunkowa (uproszczona) kalkulacja kosztów modernizacji oświetlenia:

- wymiana opraw i żarówek lamp sali gimnastycznej = 25*695,0 zł = 17375 ,00 zł
- wymiana opraw świetlówkowych = 70*119,00 = 8330,00 zł
- wymiana żarówek świetlówkowych na LED-owe = 688*89,99 = 61 913,12 zł
- wymiana opraw żarowych 9*59,90 + 9*89,90 1341,20 zł
- koszty pozostałe 10% 8895,93 zł

RAZEM: 97 855,25 zł

## 6.5. Ocena opłacalności wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego.

### 6.5.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

| | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|---|---|---|---|
| Dostawa ciepła (. olej opałowy) | [zł/GJ] | 102,43 | 64,48 |
| Roczne zyski wewnętrzne | [GJ/rok] | 66,24 | |
| Roczne zyski od nasłonecznienia | [GJ/rok] | 642,40 | |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło (e. użytk.) | [GJ] | 1134,76 | |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | [MW] | 0,23218 (kocioł olejowy) | |
| Obliczeniowa moc systemu grzewczego | [MW] | 0,14121 (kocioł na pelet- po modern.) | |
| Koszt uzysku 1347,54 GJ energii (na potrzeby c.o.) | zł | 138 028,52 | |
| Koszt energii 1194,69 GJ na potrzeby c.o. | zł | | 77 033,61 |
| Sprawność systemu grzewczego | | 0,680 | 0,767 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | [zł/rok] | --- | 60 994,91 |
| Koszt modernizacji | [zł] | --- | 365 000,00 |
| **SPBT** | **[lat]** | **---** | **5,98** |

### 6.5.2. Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiające sprawność systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|---|---|
| Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$ | 0,92 | 0,85 |
| Sprawność przesyłania $\eta_{H,d}$ | 0,96 | 0,97 |
| Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$ | 0,77 | 0,93 |
| Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$ | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu $w_t$ | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik dobowych , godzinowych przerw w ogrzewaniu $w_d$ | 0,85 ; 0,95 | 0,85 ; 0,95 |
| **Sprawność całkowita układu $\eta_{H,tot}$** | **0,680** | **0,767** |

### 6.5.3 .Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego: c.o. + c.w.u.

wg założeń do kosztorysu inwestorskiego (do wykonania)

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|---|---|
| Zastąpienie kotła olejowego kotłem na paliwo peletowe (klasy 5 z oddolnym automatycznym podawaniem), automatyką sterowania … | |
| Doizolowanie linii przesyłowych, czyszczenie chemiczne instalacji, wymiana pomp | |
| Montaż automatyki sterowania czasowego i pogodowego, montaż zaworów termostatycznych blokowanych, montaż zaworów podpionowych | |
| **Suma:** | **385 000,00** |

### 6.5.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|---|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$ | Wymiana na kocioł na paliwa peletowe |
| Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$ | Doizolowanie linii przesyłowych zasilania i powrotu, czyszczenie chemiczne instalacji, wymiana pomp przesyłowych na elektronicznie sterowane |
| Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$ | Sterowanie automatyczne programowane czasowo; z funkcja adaptacyjną i optymalizującą<br>Montaż zaworów termostatycznych, |
| Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$ | |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$ | Montaż sterowania czasowego i pogodowego |

## 6.6. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

### 6.6.1. Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

| | | Stan istniejący |
|---|---|---|
| Liczba użytkowników $L_i$ (zmienna) | | 391 osób |
| Zapotrzebowanie jednostkowe śr. Vwi | [$dm^3/m^2dz$ | 0,80*0,55 |
| Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym | [°C] | 55,00 |
| Czas użytkowania $t_{uz}$ | [dni] | 365,00 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do przyg. c.w.u. (e. użytk.) | [ GJ/rok] | 104,58 |
| Sprawność źródła ciepła $\eta_{w,tot}$ | | 0,524 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do c.w.u. z wzgl.. sprawności | [GJ] | 199,59 |
| **Max moc cieplna $q_{cwu}$** e. el. | [MW] | **0,07532** |

| | | Stan po modernizacji |
|---|---|---|
| Kocioł kondensacyjny na paliwo stałe (pelet) z, wymiennikiem ciepła i zb. buforowym | | |
| Liczba użytkowników $L_i$ (zmienna) | | 391 osób |
| Zapotrzebowanie jednostkowe śr. Vwi | [$dm^3/m^2dz$ | 0,80*0,55 |
| Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym | [°C] | 55,00 |
| Czas użytkowania $t_{uz}$ | [dni] | 365,00 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do przyg. c.w.u. (e. użytk.) | [ GJ/rok] | 104,58 |
| Sprawność źródła ciepła $\eta_{w,tot}$ **= 0,85*0,80*0,85** | | 0,578 |
| Zapotrzebowanie na ciepło do c.w.u. z wzgl.. sprawności | [GJ] | 180,98 |
| **Max moc cieplna $q_{cwu}$** (kotła węglowego) | [MW] | **0,06830** |

### 6.6.2 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|---|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$ | Kocioł na paliwo stałe OZE (pelet) |
| Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$ | Doizolowanie obiegów cyrkulacyjnych, montaż perlatorów, |
| Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$ | Sterowanie automatyczne z programowaniem czasowym |
| Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$ | |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$ | Montaż sterowania czasowego . |

# 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

## 7.1. Zestawienie wybranych usprawnień i wariantów z zestaw. SPBT

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termo modernizacyjnego( wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego) | Planowane koszty robót [zł] | **SPBT [lat]** |
|---|---|---|---|
| 1. | Modernizacja systemu instalacji c.o. oraz c.w.u. | 385 000,00 | **5,98** |
| 2 | Modernizacja - wymiana stolarki.-drzw. + nawiewniki | 44 866,95 | **2,54** |
| 3. | Modernizacja oświetlenia wbudowanego | 97 855,25 | **3,72** |
| 4 | Modernizacja – izolacje cieplne ścian pionowych | 211 239,65 | **7,63** |
| 5. | Modernizacja – izolacje termiczne dachów / stropodachów | 862 761,18 | **29,07** |
| 6. | Audyt + dokumentacja projektowo-wykonawcza | 12 000,00 | |

## 7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

**Wariant 1**

| | Usprawnienie | Koszt [zł] |
|---|---|---|
| 1 | Modernizacja systemu instalacji c.o oraz c.w.u. | 385 000,00 |
| 2 | Modernizacja - wymiana stolarki.-drzw. + nawiewniki | 44 866,95 |
| 3. | Modernizacja oświetlenia wbudowanego | 97 855,25 |
| 4 | Modernizacja – izolacje cieplne ścian pionowych | 211 239,65 |
| 5 | Modernizacja – izolacje termiczne dachów | 862 761,18 |
| 6. | Audyt + dokumentacja projektowo-wykonawcza | 22 000,00 |
| Całkowity koszt | | **1 623 723,03** |

**Wariant 2**

| | Usprawnienie | Koszt [zł] |
|---|---|---|
| 1 | Modernizacja systemu instalacji c.o oraz c.w.u. | 385 000,00 |
| 2 | Modernizacja - wymiana stolarki.-drzw. + nawiewniki | 44 866,95 |
| 3. | Modernizacja oświetlenia wbudowanego | 97 855,25 |
| 4 | Modernizacja – izolacje cieplne ścian pionowych | 211 239,65 |
| 5 | Audyt + dokumentacja projektowo-wykonawcza | 20 000,00 |
| Całkowity koszt | | **758 961,85** |

**Wariant 3**

| | Usprawnienie | Koszt [zł] |
|---|---|---|
| 1 | Modernizacja systemu instalacji c.o oraz c.w.u. | 385 000,00 |
| 2 | Modernizacja - wymiana stolarki.-drzw. + nawiewniki | 44 866,95 |
| 3. | Modernizacja oświetlenia wbudowanego | 97 855,25 |
| 4. | Audyt + dokumentacja projektowo-wykonawcza | 10 000,00 |
| Całkowity koszt | | **537 722,20** |

**Wariant 4**

| | Usprawnienie | Koszt [zł] |
|---|---|---|
| 1 | Modernizacja systemu instalacji c.o oraz c.w.u. | 385 000,00 |
| 2 | Modernizacja - wymiana stolarki.-drzw. + nawiewniki | 44 866,95 |
| 3. | Audyt + dokumentacja projektowo-wykonawcza | 6 000,00 |
| Całkowity koszt | | **435 866,95** |

## 7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia.

### 7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnych

W tabeli poniżej przedstawiono zestawienie usprawnień składających się na poszczególne warianty.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień, w których krzyżykami zaznaczono optymalne ulepszenia występujące w ramach danego wariantu.

| ZAKRES | Numer wariantu | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Modernizacja – instalacji grzewczej budynku c.o. + c.w.u. | X | X | X | X | | |
| Modernizacja – stolarka drzwiowa + nawiewniki | X | X | X | X | | |
| Modernizacja – oświetlenia wbudowanego | X | X | X | | | |
| Modernizacja – izolacje cieplne ścian pionowych gimnazjum | X | X | | | | |
| Modernizacja – izolacje termiczne dachów | X | | | | | |

Koszty (brutto) poszczególnych wariantów:

| Nr wariantu | Koszt brutto zł |
|---|---|
| 1 | 1 623 723,03 |
| 2 | 758 961,85 |
| 3 | 537 722,20 |
| 4 | 435 866,95 |
| x | razem z dokumentacją wykonawczą i audytem |

## 7.3.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia.

| | Obliczenia | Oznacz | Jedn. | STAN istnie-jacy | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie i wentylacji– energia użytkowa | QHnd | GJ/rok | **1134,77** | 575,71 | 828,18 | 1038,25 | 1038,25 |
| 2. | Sprawność całkowita systemu ogrzewania | $\eta_{tot}$ | | **0,680** | 0,767 | 0,767 | 0,767 | 0,767 |
| 3 | Zapotrzebowanie ciepła na ogrzewaniu i wentylacji - energia końcowa | $Q_{KH}$ | GJ/rok | **1347,54** | 606,11 | 871,91 | 1093,07 | 1093,07 |
| 4 | **Roczny koszt ciepła na ogrzewaniu** | **Oco** | zł/rok | **138028,52** | **41112,44** | **58679,54** | **73563,61** | **73563,61** |
| 5 | Zapotrzebowanie ciepła na cwu z wzgl. sprawności | Qcw | GJ/rok | **199,59** | 180,98 | 180,98 | 180,98 | 180,98 |
| 6. | Sprawność uzysku cwu | $\eta_{cw\ tot}$ | | **0,524** | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 |
| 7 | Koszt roczny przygotow. c.w.u. | Ocw el | zł/rok | **20444,00** | 12275,87 | 12275,87 | 12275,87 | 12275,87 |
| 8. | Zapotrzeb. na e. elektr. oświetl. wbudowane | Qel | GJ/rok | **225,31** | 83,95 | 83,95 | 83,95 | 225,31 |
| 9. | Koszt 1 GJ energii elektrycznej | | zł/GJ | 186,11 | 186,11 | 186,11 | 186,11 | 186,11 |
| 10. | Koszt energii elektr. na oświetleniu wbudowanym, | Oel | zł/rok | **41932,44** | 15623,93 | 15623,93 | 15623,93 | 41932,44 |
| 11. | **SUMARYCZNE KOSZTY ENERGII - co, cwu, ośw. wbudow,** | Qtot | zł/rok | **200404,96** | **69012,24** | **86579,34** | **101463,41** | **127771,92** |
| 12. | **Oszczędność kosztów eksploatacji budynku** | **ΔQr** | **zł/rok** | | **131392,72** | 113825,62 | 98941,55 | 72633,04 |
| 13. | Oszczędność kosztów (energii końcowej) w % | ΔQr % | **%** | | **65,6%** | **56,8%** | **49,4%** | **36,2%** |
| 14. | **Nakłady inwestycyjne całkowite** (z audytem i dokumentacją) | N | zł | | **1623723,03** | 758961,85 | 537722,20 | 435866,95 |
| 15. | **PROSTY CZAS ZWROTU** | **SPBT** | **lata** | | **12,31** | **6,67** | **5,43** | **6,00** |

Niniejszy rozdział obejmuje:

a/ określenie wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnych,

b/ ocenę wariantów przedsięwzięć termo modernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych,

c/ wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego

### 7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termo-modernizacyjnego.

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termo modernizacyjnego **JEST WARIANT 1**

gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania , wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (oraz oświetlenia) jest większe niż 25%. i wynosi: = (1772,44 – 871,04) / 1772,44 = **50,87%** tj 901,40 [ GJ]
2. .Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termo modernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków.
3. **Raty odsetkowe i kapitałowe (ewentualne) od zaciągniętych kredytów nie przekraczają oszczędności wynikających ze zmniejszonego zużycia energii w całym okresie spłat kredytu**
4. **Kwota dotacji z programu RPO – 85% wartości inwestycji netto.**

| Nr wariantu | Planow. koszty całkow. | Roczna oszczęd. kosztów energii | % oszczęd. zapotrzebna energ. | Planowana kwota dotacji | Planowana kwota śr. własnych | Kwota dotacji 85% wartości netto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **zł** | **zł** | **%** | **zł; %** | **zł , %** | **zł** |
| **1.** | 1623723,03 | **131392,72** | **50,87** | 1122085,03<br>69,11% | 501 163,00<br>30,89% | 1 122 085,03 |
| **2.** | 758961,85 | **113825,62** | **35,86** | 524485,83<br>69,11% | 234476,02<br>30,89% | 524 485,83 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **3.** | 537722,20 | **98941,55** | **23,38** | 0,00<br>0,00% | 537722,20<br>100,00% | 0,00 |
| **4** | 435866,95 | **72633,04** | **15,40** | 0,00<br>0,00% | 435866,95<br>100,00% | 0,00 |

## 7.3.4 Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego.

1. Planowany koszt całkowity (nakłady inwestycyjne) 1 623 723,03 zł
2. Planowana kwota dotacji RPO 1 122 085,03 zł
3. Planowana kwota środków własnych 501 163,00 zl
4. **Roczne oszczędności kosztów energii** **131 392,72 zł** **tj. 65,6%**
5. **Roczne zmniejszenie zużycia energii** **50,87%**

**Prosty czas zwrotu STBT** **12,31 lat**

## 8.Opis techniczny optymalnego wariantu termo modernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

Modernizacja przegrody: ściany zewnętrzne, pionowe

Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku w systemie lekko-mokrym– przyklejenie na oczyszczonym podłożu płyt ze styropianu z właściwą warstwą kleju (obwodowo – kleksowo do 60% pow.) do dolnego poziomu posadzek oraz kołkowanie . Wklejenie warstwy zbrojącej z siatką z włókna szklanego ( 1 warstwa z siatką 2mm – druga wyrównawcza po 24 h 1 mm).+ gruntowanie przeciwwilgociowe. Cokół powyżej terenu naniesienie podkładu tynkarskiego, oraz wyprawy tynkarskiej silikatowej (akrylowej).

Przyjęto izolacje cieplną 15 cm styropianu o współczynniku przewodzenie ciepła maksimum λ < 0,038 [W/mK]

**Modernizacja przegrody : stropodach (szkoła)**

Zaizolowanie powierzchni stropodachu nieogrzewanego wełną mineralną (dwie warstwy krzyżowo) przykrytą stelażem podestowym drewnianym. Wełnę od dołu (pow. cieplejsza) zabezpieczyć sklejaną szczelnie membraną paroszczelną ; od góry sklejaną folią (menbrana ) paroprzepuszczalną z zachowaniem 5 cm pustki powietrznej pod podestem.

Przyjęto sumaryczną grubość warstwy wełny mineralnej 20 cm o przewodzenie ciepła maksimum λ < 0,038 [W/mK]

**Modernizacja przegrody : dach (skośny) -gimnazjum**

Wykonanie ocieplenia dachu zewnętrznego poprzez ułożenie (dwóch warstw krzyżowo ) warstwy izolacji z materiału termoizolacyjnego : wełny mineralnej

Koniecznie należy wykonać paroizolację : folią sklejaną na łączach paroprzepuszczalną od strony zewnętrznej i paroszczelną od wewnętrznej oraz pozostawić nad membraną zewnętrzną min. 5 cm szczelin dylatacyjnych.
Izolacje wykonać z 2 warstw krzyżowo – w tym z pierwszej pomiędzy krokwiami
Przyjęto sumaryczną grubość warstw wełny mineralnej 35 cm o współczynniku przewodzenia ciepła nie większym niż λ < 0,038 W/mK
W tym zakresie należy także wykonać prace towarzyszące w postaci wymiany poszycia dachowego z bardzo skorodowanej blachy na blacho dachówkę z właściwą obróbką i montażem. Wartość robót dodatkowych z materiałem 90 zł/$m^2$

**Modernizacja przegrody : dach płaski sali sportowej**

Wymiana całkowita konstrukcji nośnej dachowej ( ze względu na zagrożenie katastrofą budowlaną ) wraz położeniem nowej powierzchni zewnętrznej z płyt warstwowych poliuretanowych oraz wszystkimi obróbkami .

Ze względu na występujący azbest (w starej płycie ) – całość bez odzysku materiałowego

Przyjęto minimalną grubość warstwy płyty warstwowej (grubości PUR) 16 cm o λ < 0,025 [W/mK]

## Modernizacja przegrody: drzwi wejściowe

**( szkoła: główne , kotłowni, jadalni, gimnazjum boczne)**

Wymiana „starych" drewnianych (4 cm – z pojedynczymi szybami) drzwi wejściowych budynku (główne wejście do szkoły 2 szt + boczne gimnazjum) na właściwe z pełnym montażem systemowym: szczeliny dylatacyjne obwodowe 10-30 mm; montaż mechaniczny (kotwy lub dyble w rozstawie wg ITB); izolacje przeciwwilgociowe – membrana paroizolacyjna od wewnątrz – paro przepuszczalna od zewnątrz; izolacje cieplne –pianka PUR między izolacjami.

Przyjęto montaż stolarki drzwiowej o współczynniku U < 0,9 [W/$m^2$K]

**Modernizacja okien – montaż nawiewników.**

Nawiewniki umieścić w górnej części okna (środek skrzydła) z dyszą kierującą strumień napływającego powietrza pod sufit. Powinny być wyposażone min.w : daszek zewn. (ochrona przed wodą i owadami z zewn.); filtr –(ochrona przed kurzem, brudem i hałasem); kratkę z regulacją wielkości strumienia nawiewanego.
Ilość nawiewników powinna zapewnić warunki nadmuchu świeżego powietrza w ilości 20 $m^3$ na osobę

Projektowany strumień powietrza wentylacyjnego $V_{norm}$ = 3396,16 [$m^3$/h]

Powierzchnia całkowita okien przed /po modernizacji **408,09** [$m^2$] + 147,68 $m^2$

Ze względu na specyfikę przeznaczenia budynku przyjęto **montaż okiennych nawiewników regulowanych automatycznie (higrosterowalnych w ilości 125 szt**

## Modernizacja oświetlenia wbudowanego.

Modernizacja polega na wymianie żarówek, , sterowania (przez co zredukowane zostaną moce źródła) na nowe oświetlenie LED-owe (zgodnie z obowiązującymi przepisami) w tym wymianę 70 szt opraw świetlówkowych oraz 25 szt opraw sali sportowej charakteryzujące się zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej i mocy opraw; możliwością wielokrotnego załączania bez skrócenia żywotności; brakiem efektu pulsowania, dużą żywotnością min. 50 tys. h; odpornością na wahania napięcia….

Proponuje się wymianę wszystkich ( o mocy 36 – 43,2 W) żarówek świetlówkowych na LED-owe.wraz oświetleniami awaryjnymi i nocnymi

**Wymiana sukcesywna wszystkich 688 szt świetlówkowych żarówek oświetleniowych + 9 żarowych oraz 27 neonowych + 25 lamp żarowych sali sportowej o mocy łącznej = 42,823 kW zużywających = 62 586,51 kWh energii elektrycznej rocznie**

## Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|---|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$ | Kocioł na paliwo stałe OZE (pelet) klasy 5 |
| Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$ | Doizolowanie obiegów cyrkulacyjnych,+ perlatory |
| Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$ | Sterowanie automatyczne z programowaniem czasowym |
| Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$ | |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$ | Montaż sterowania czasowego . |

## Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|---|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania $\eta_g$ | Wymiana na kocioł na paliwa peletowe |
| Ulepszenie sprawności przesyłu $\eta_d$ | Doizolowanie linii przesyłowych zasilania i powrotu, czyszczenie chemiczne instalacji, wymiana pomp przesyłowych na elektronicznie sterowane |
| Ulepszenie sprawności regulacji $\eta_e$ | Sterowanie automatyczne programowane czasowo; z funkcja adaptacyjną i optymalizującą<br>Montaż zaworów termostatycznych, zaworów podpionowych |
| Ulepszenie sprawności akumulacji $\eta_s$ | |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu $w_t$ i $w_d$ | Montaż sterowania czasowego i pogodowego |

# 9. Podsumowanie i wnioski.

W wyniku przeprowadzonej analizy wybrano **pierwszy wariant** za najbardziej optymalny (zapewniający największy wskaźnik zmniejszenia ilości zużywanej energii)

Zapewnia on redukcję zużywanej energii cieplnej i elektrycznej w wysokości 50,87% oraz kosztów związanych z jej zakupem w wysokości 65,6% przy czasie zwrotu nakładów w ciągu 12,31 lat.

Raty kapitałowe i odsetkowe kredytu nie przewyższą w tym przypadku oszczędności wynikających z zastosowanych rozwiązań termo modernizacyjnych.

Koszt proponowanych rozwiązań wyniesie ok. 1 623 723,03 zł brutto (wymaga on jednak weryfikacji na podstawie kosztorysów i ofert przetargowo-wykonawczych).

.

Stosowane w termomodernizacji technologie oraz materiały muszą być dopuszczone do stosowania w budownictwie (najlepiej przez ITB). Wykonawca powinien być zobowiązany do przedstawienia stosownych dokumentów ( certyfikaty, aprobaty techniczne, ostatecznie deklaracje zgodności)

# Załącznik nr: 1. Zapotrzebowanie na ciepło dla pokrycia strat przez przenikanie dla budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie przed termomodernizacją

Zgodnie ze wzorami (3) Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju (z dnia 13 10.2015 r. Dz.U. z 13.10 2015 poz. 1606) w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego…

wartość rocznego zapotrzebowania budynku na (ciepło tracone przez przenikanie) określa równanie:

$$Q_u = 8{,}64 \times 10^{-5} \times Sd \times A \times U_c \qquad [GJ / rok]$$

oraz na ciepło (tracone przez wentylację)

$$Q_u = (\ 2{,}94 \times c_r \times c_w \times V_{nor} \times Sd\ ) \times 10^{-5} \qquad [GJ/rok]$$

Sd – liczba stopniodni [dzień x K /rok] = 3696,4

A – powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed/po termomodernizacji [$m^2$]

$U_c$ – współczynnik przenikania ciepła przegrody przed/po termomodernizacji [$W/m^2K$]

$V_{nor}$ , $c_r$ , $c_w$ - jak w zał 6

| L.p. | NAZWA PRZEGRODY | A | Uc | Qu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ściany poz .1 zał 3 | 594,20 | 0,254 | 48,20 |
| 2 | Ściany poz. 2 zał. 3 | 987,98 | 0,232 | 73,20 |
| 3 | Ściany poz. 3 zał 3 | 706,,96 | 1,206 | 272,29 |
| 4 | Podłoga na gr. poz 4 zał .3 | 466,65 | 0,34 | 50,67 |
| 5 | Podłoga na gr. poz 5 zał .3 | 867,57 | 0,39 | 108,06 |
| 6 | Podłoga na gr. poz 6 zał .3 | 467,16 | 0,38 | 56,69 |
| 7 | Stropodach poz. 7 zał.3 | 746,97 | 0,866 | 206,59 |
| 8 | Stropodach poz. 8 zał.3 | 617,13 | 0,633 | 124,76 |
| 9 | Stropodach poz. 9 zał.3 | 537,68 | 0,383 | 37,09 |
| 10 | Stolarka drzw, poz. 10 zał 3 | 3,19 | 1,25 | 1,27 |
| 11 | Stolarka ok. poz.11 zał. 3 | 6,20 | 1,88 | 3,72 |
| 12 | Stolarka drzw. poz.12 zał.3 | 408,09 | 1,70 | 221,56 |
| 13 | Stolarka drzw. poz. 13 zał.3 | 5,23 | 1,30 | 2,17 |
| 14 | Stolarka drzw. poz. 14 zał 3 | 30,98 | 2,38 | 23,55 |
| 15 | Okna sali sport poz. 15 zał 3 | 147,58 | 1,45 | 68,34 |
| 16 | Wentylacja grawitacyjna | | | 527,25 |
| | | $m^2$ | $W/m^2K$ | GJ/rok |
| | RAZEM: | | | **1843,41** |

Czas ogrzewanie w okresie tygodnia – 0,85 ; w ciągu doby - 0,95

Energia użytkowa [ 1843,41 – (642,40 + 66,24)] = 1134,76 [GJ/rok]

zużycie energii [ **1843,41 – ( 642,40 + 66,24) / 0,680]*0,85*0,95 = 1347,54 [ GJ/rok]**

Oblicz ceny 1 GJ energii =[ 1347,54 /(35,8*0,680) }*2420,0 =[133956,90 + 4067,48]/1347,54 = **102,43 [zł/GJ]**

Oblicz. ceny 1 GJ energii po modernizacji systemu c.o. oraz c.w.u. =

[1843,41 –(642,40 + 66,24) /0,767]*0,85*0,95 = **1194,69 [GJ/rok]**

[1194,69 / 19,00*0,767]*890,00 = 72961,92 zł + 4 067,48 = 77029,40 / 1194,69 **= 64,48 [zł/GJ]**

Obliczenie kosztu 1 GJ energii po termomodernizacji całkowitej budynków :

606,11 [GJ/r-k] *890,00 / (19,00*0,767) = 37044,53 zł + 4067,48 = 41 112,01 / 606,11 = **67,83 [ zł/GJ]**

# Załącznik nr: 2. Zapotrzebowanie na ciepło dla pokrycia strat przez przenikanie dla budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie po termomodernizacji.

Zgodnie ze wzorami (3) Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju (z dnia 13 10.2015 r. Dz.U. z 13.10 2015 poz. 1606) w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego…

wartość rocznego zapotrzebowania budynku na (ciepło tracone przez przenikanie) określa równanie:

$$Q_u = 8{,}64 \times 10^{-5} \times Sd \times A \times U_c \qquad [GJ / rok]$$

oraz na ciepło (tracone przez wentylację)

$$Q_u = (\ 2{,}94 \times c_r \times c_w \times V_{nor} \times Sd\ ) \times 10^{-5} \qquad [GJ/rok]$$

Sd – liczba stopniodni [dzień x K /rok] = 3696,4

A – powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed/po termomodernizacji [$m^2$]

$U_c$ – współczynnik przenikania ciepła przegrody przed/po termomodernizacji [$W/m^2K$]

$V_{nor}$ , $c_r$ , $c_w$ - jak w zał 6

| L.p. | NAZWA PRZEGRODY | A | Uc | Qu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ściany poz .1 zał 3 | 594,20 | 0,254 | 48,20 |
| 2 | Ściany poz. 2 zał. 3 | 987,98 | 0,232 | 73,20 |
| 3 | Ściany poz. 3 zał 3 | 706,,96 | 0,209 | 47,19 |
| 4 | Podłoga na gr. poz 4 zał .3 | 466,65 | 0,34 | 50,67 |
| 5 | Podłoga na gr. poz 5 zał .3 | 867,57 | 0,39 | 108,06 |
| 6 | Podłoga na gr. poz 6 zał .3 | 467,16 | 0,38 | 56,69 |
| 7 | Stropodach poz. 7 zał.3 | 746,97 | 0,156 | 37,17 |
| 8 | Stropodach poz. 8 zał.3 | 617,13 | 0,107 | 21,09 |
| 9 | Stropodach poz. 9 zał.3 | 537,68 | 0,153 | 26,27 |
| 10 | Stolarka drzw, poz. 10 zał 3 | 3,19 | 1,25 | 1,27 |
| 11 | Stolarka ok. poz.11 zał. 3 | 6,20 | 0,90 | 1,78 |
| 12 | Stolarka drzw. poz.12 zał.3 | 408,09 | 1,70 | 221,56 |
| 13 | Stolarka drzw. poz. 13 zał.3 | 5,23 | 1,30 | 2,17 |
| 14 | Stolarka drzw. poz. 14 zał 3 | 30,98 | 0,90 | 9,89 |
| 15 | Okna sali sport poz. 15 zał 3 | 147,58 | 1,45 | 68,34 |
| 16 | Wentylacja grawitacyjna | | | 369,07 |
| | | $m^2$ | $W/m^2K$ | GJ/rok |
| | RAZEM: | | | **1142,62** |

zużycie energii [ **1142,62 – ( 642,40 + 66,24)*0,8 / 0,767]*0,85*0,95 = 606,11 [ GJ/rok]**

# ZAŁĄCZNIK NR 3. Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród budynków Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie.

**A/ przed termomodernizacją**

| Nr | TYP PRZEGRODY powierzchnia | Opis warstw | grubość | λ | R | U |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | [m] | [W/mK] | m²K/W | W/m²K |
| 1 | ściany zewn.<br>sala gimn. + łączn.<br><br><br>594,20 [m²] | cegła ceram. max. X 2<br>styropian<br>tynk wewn. cement - wap.<br>tynk zewn<br>Rsi + Rse | 0,376<br>0,10<br>0,02<br>0,01 | 0,28<br>0,042<br>0,80<br>0,70 | 1,343<br>2,381<br>0,025<br>0,014<br>0,170 | |
| | | | | | **3,933** | **0,254** |
| 2 | Ściana zewn.<br>szkoła + łącznik<br><br><br>987,98 m² | cegła cer max. 0,188 + 0,288<br>tynk wewn. cement - wap.<br>tynk zewn. j.w.<br>styropian<br>Rsi + Rse | 0,476<br>0,02<br>0,02<br>0,10 | 0,28<br>0,80<br>0,70<br>0,042 | 1,70<br>0,025<br>0,028<br>2,381<br>0,170 | |
| | | | | | **4,304** | **0,232** |
| 3 | Ściany zewn.<br>gimnazjum<br><br><br>706,96 m² | cegła pełna ceramiczna x 2<br>tynk wewn. cement - wap.<br>tynk zewn<br>Rsi + Rse | 0,48<br>0,01<br>0,01 | 0,76<br>0,80<br>0,70 | 0,632<br>0,012<br>0,015<br>0,170 | |
| | | | | | **0,829** | **1,206** |
| 4 | Podłogi na gruncie -<br>sala sportowa<br><br><br><br>466,65 m² | podsypka zagęszcz.<br>jastrych<br>pustka powietrz.<br>wykładzina<br>drewno<br>Rsi | 0,10<br>0,10<br><br>0,005<br>0,032 | 0,90<br>1,15<br><br>0,20<br>0,16 | 0,111<br>0,087<br>0,17<br>0,03<br>0,20<br>0,17 | |
| | | | | | **0,768** | **0,34** |
| 5 | Podłogi na gruncie -<br>posazki z lastrico<br>(płytki)<br><br>867,57 m² | podsypka zagęszcz.<br>beton zbrojony<br>jastrych<br>płytki, (lastico)<br>Rsi | 0,10<br>0,25<br>0,10<br>0,01 | 0,90<br>1,60<br>1,15<br>0,80 | 0,111<br>0,156<br>0,087<br>0,012<br>0,170 | |
| | | | | | **0,536** | **0,39** |
| 6 | Podłogi na gruncie<br>wykładziny<br><br><br>467,16 m² | podsypka zagęszcz.<br>beton zbrojony<br>jastrych<br>wykładziny PCV<br>Rsi | 0,10<br>0,25<br>0,10<br>0,005 | 0,90<br>1,60<br>1,15<br>0,20 | 0,111<br>0,156<br>0,087<br>0,030<br>0,170 | |
| | | | | | 0,554 | **0,38** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Stropodach<br>szkoła + łącznik<br><br>746,97 m² | płyta kanałowa<br>wełna mineralna x 0,3<br>płyta korytkowa<br>Rsi + Rse | 0,25<br>0,10<br>0,12 | 1,60<br>0,04<br>1,1 | 0,156<br>0,750<br>0,109<br>0,140 | |
| | | | | | **1,155** | **0,866** |
| 8 | Stropodach<br>sala sportowa<br>617,13 m² | płyta warstwowa styropian<br>warst cement - azbest<br>Rsi + Rse | 0,06<br>0,012 | 0,04<br>1,20 | 1,429<br>0,010<br>0,140 | |
| | | | | | **1,579** | **0,633** |
| 9 | Stropodach<br>gimnazjum<br><br>537, m² | blachodachówka<br>styropian<br>jastrych<br>Rsi + Rse | 0,005<br>0,10<br>0,05 | 1,10<br>0,042<br>1,15 | 0,050<br>2,380<br>0,043<br>0,140 | |
| | | | | | **2,613** | **0,383** |
| 10 | Stolarka drzwiowa<br>3,19 m² 1 szt | PCV Al. pełne<br>sala sport. | | | | |
| | | | | | **0,80** | **1,25** |
| 11 | Stolarka drzwiowa<br>6,2 m² szkoła | Met - PCV wełna | | | | |
| | | | | | **0,532** | **1,88** |
| 12 | Stolarka okienna<br>408,09 m² | PCV - 2 szyb . zesp.<br>118 szt | | | | |
| | | | | | **0,588** | **1,70** |
| 13 | Stolarka drzwiowa<br>5,23 m² 3 szt | PCV cz. przeszklona, zesp. | | | | |
| | | | | | **0,77** | **1,30** |
| 14 | Stolarka drzwiowa<br>30,98 m² 3 szt | drewno kasetonowe 4 cm | | | | |
| | | | | | **0,42** | **2,38** |
| 15 | Okna sali sport.<br>147,68 m² | PCV szyba zespolona | | | | |
| | | | | | **0,69** | **1,45** |

## B/ po termomodernizacji

| Nr | U W/m²K | Zmiana (opis w treści) |
|---|---|---|
| 1 | 0,254 | - bez zmian |
| 2 | 0,232 | - bez zmian |
| 3 | 0,156 | - izolacja 15 cm styropianu |
| 4 | 0,34 | - bez zmian |
| 5 | 0,39 | - bez zmian |
| 6 | 0,38 | - bez zmian |
| 7 | 0,156 | - izolacja 20 cm wełny mineralnej |
| 8 | 0,153 | - izolacja – płyta PUR 16 cm |
| 9 | 0,107 | - izolacja 35 cm wełny mineralnej |
| 10 | 1,25 | - bez zmian |
| 11 | 0,90 | - wymiana |
| 12 | 1,70 | - bez zmian |
| 13 | 1,30 | - bez zmian |
| 14 | 0,90 | - wymiana |
| 15 | 1,45 | - montaż nawiewników |

Symbole zgodne z Metodologią obliczania ś.ch. e. budynków:

R - opór cieplny materiału budowlanego .

$R_{si}$, $R_{se}$ - opory cieplne przejmowania energii po wewn. oraz zewn. strony przegrody budowl.

λ - współczynnik przewodzenia ciepła materiału

**Zyski ciepła od nasłonecznienia - Zespół Szkół Samorządowych Dmosin**

| | STYCZEŃ | LUTY | MARZEC | KWIECIEŃ | MAJ | CZERWIEC | LIPIEC | SIERPIEŃ | WRZESIEŃ | PAŹDZIER | LISTOPAD | GRUDZIEŃ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N 90 | 19379 | 21512 | 46900 | 70628 | 86539 | 104161 | 97706 | 83293 | 57424 | 35668 | 18650 | 15698 |
| W 90 | 21986 | 25533 | 56429 | 81626 | 110467 | 170680 | 113806 | 99320 | 66702 | 43718 | 20464 | 16008 |
| E 90 | 22642 | 26219 | 63803 | 87704 | 120874 | 128500 | 125179 | 103247 | 64857 | 42172 | 20378 | 16833 |
| S 90 | 46632 | 43624 | 86490 | 94453 | 118333 | 115458 | 115545 | 109926 | 78571 | 64958 | 30334 | 23201 |
| ITH | 30476 | 37593 | 72783 | 103421 | 148190 | 145960 | 147504 | 122821 | 82273 | 52274 | 27441 | 23693 |
| E 45 | 24187 | 35380 | 67912 | 102041 | 132359 | 145587 | 139800 | 112480 | 77220 | 42300 | 23475 | 17855 |
| S 45 | 40173 | 44455 | 91863 | 116073 | 147000 | 145844 | 139242 | 121483 | 91863 | 55734 | 38287 | 22252 |
| W 45 | 24150 | 32188 | 65115 | 93905 | 132648 | 136913 | 128552 | 106900 | 76342 | 44822 | 26261 | 17940 |

**[Wh/m² m-c]**

| | Ai | Ci | ggl | Fsh, gl | Fsh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N 90 | 204,42 | 0,75 | 0,75 | 1 | 1 | 2228,32 | 2473,58 | 5392,86 | 8121,25 | 9950,80 | 11977,08 | 11234,85 | 9577,55 | 6602,97 | 4101,33 | 2144,49 | 1805,05 |
| W 90 | 79,24 | 0,75 | 0,75 | 1 | 1 | 979,97 | 1138,07 | 2515,18 | 3638,27 | 4923,79 | 7607,6 | 5072,62 | 4426,94 | 2973,07 | 1948,62 | 912,13 | 713,52 |
| E 90 | 102,53 | 0,74 | 0,75 | 1 | 1 | 1288,42 | 1491,97 | 3630,66 | 4990,72 | 6878,2 | 7312,183 | 7123,2 | 5875,18 | 3690,63 | 2399,76 | 1159,59 | 957,87 |
| S 90 | 169,77 | 0,73 | 0,75 | 1 | 1 | 4334,40 | 4054,81 | 8039,17 | 8779,32 | 10998,94 | 10731,71 | 10739,80 | 10217,52 | 7303,10 | 6037,79 | 2819,52 | 2156,51 |
| ITH | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| E 45 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| S 45 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| W 45 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | **RAZEM: [kWh/m-c]** | | | **8831,11** | **9158,43** | **19577,9** | **25529,6** | **32751,8** | **37628,6** | **34170,5** | **30097,2** | **20569,8** | **14487,50** | **7035,74** | **5632,95** |

Obliczenia zgodnie z wzorem 59 p. 5.2.4.1. Metodologii ….

**$Q_{sol\ H} = \Sigma\ Ci \times Ai \times Ii \times F_{sh,\ gl} \times F_{sh} \times g_{gl}$ [kWh/m-c]**

| | | |
|---|---|---|
| | Ci | udział pola powierzchni oszklenia do całkowitego pola powierzchni okna (drzwi balkonowych) |
| | Ai | pole powierzchni okna w swietle otworu przegrody |
| | Ii | energia promieniowania słonecznego padającego w danym miesiacu na płaszczyznę okna wg danych klimatycznych najbliższej stacji meteorologicznej Wh/m² mies. |
| | Fsh, gl | czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie dla ruchomych urządzeń zacieniajacych |
| | Fsh, | czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie dla od przegród zewnętrznych |
| | ggl | całkowita przepuszczalność energii promieniowania słonecznego dla przeźroczystej części okna lub drzwi |

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe oraz powierzchnie przeszklone obliczono zgodnie z wzorem 59 p.5.2.4. Metodologii obliczania charakterystyk energetyczych budynków oraz aktualnych danych meteorologicznych (www.mir.gov.pl)

Obliczenia zgodnie z wzorem 59 p. 5.2.4.1. Metodologii ….

**$Q_{sol\ H} = \Sigma\ Ci \times Ai \times Ii \times F_{sh,\ gl} \times F_{sh} \times g_{gl}$ [kWh/m-c]**

| | | |
|---|---|---|
| | Ci | udział pola powierzchni oszklenia do całkowitego pola powierzchni okna (drzwi balkonowych) |
| | Ai | pole powierzchni okna w swietle otworu przegrody |
| | Ii | energia promieniowania słonecznego padającego w danym miesiacu na płaszczyznę okna wg danych klimatycznych najbliższej stacji meteorologicznej Wh/m² mies. |
| | Fsh, gl | czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie dla ruchomych urządzeń zacieniajacych |
| | Fsh, | czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie dla od przegród zewnętrznych |
| | ggl | całkowita przepuszczalność energii promieniowania słonecznego dla przeźroczystej części okna lub drzwi |

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe oraz powierzchnie przeszklone obliczono zgodnie z wzorem 59 p.5.2.4. Metodologii obliczania charakterystyk energetyczych budynków oraz aktualnych danych meteorologicznych (www.mir.gov.pl)

Zyski = 45923,85 kWh/rok = 165,33 GJ

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe oraz powierzchnie przeszklone obliczono zgodnie z wzorem 59 p.5.2.4. Metodologii obliczania charakterystyk energetyczych budynków oraz aktualnych danych meteorologicznych (www.mir.gov.pl)

# Załącznik nr 4. Zyski ciepła od nasłonecznienia.

## **Załącznik nr 5:** Wewnętrzne zyski ciepła – budynek Zespołu Szkół Samorządowych w Dmosinie. - $Q_{int.H}$

Wyznaczono zgodnie z wzorem 60 p: 5.2.4.2. Metodologii wyznacz…. oraz tabeli 26 tamże.

$$Q_{int.H} = q_{inth} \times A_f \times t_M \times 10^{-3} \quad kWh/m\text{-}c$$

$A_f$ - powierzchnia ogrzewana strefy pomieszczeń = 3 453,80 [ $m^2$]

$t_M$ - liczba godzin w miesiącu

$q_{int}$ - obciążenie cieplne pomieszczeń ( dla pomieszczeń w budynkach użyteczności publicznej na potrzeby oświaty - dla wentylacji grawitacyjnej = 1,0 $W/m^2$ (zgodnie z Tabela 21 Metodologii…)

| Miesiąc | $t_M$ | qint W/m² | Qint.H kWh/m-c |
|---|---|---|---|
| Styczeń | 744 | 1,00 | **2569,63** |
| Luty | 672 | 1,00 | **2320,95** |
| Marzec | 744 | 1,00 | **2569,63** |
| Kwiecień | 720 | 1,00 | **2486,74** |
| Maj | 120 | 1,00 | **414.46** |
| Czerwiec | | | |
| Lipiec | | | |
| Sierpień | | | |
| Wrzesień | 120 | 1,00 | **414,46** |
| Październik | 744 | 1,00 | **2569,63** |
| Listopad | 720 | 1,00 | **2486,74** |
| Grudzień | 744 | 1,00 | **2569,63** |

**Q = 18 401,27 [ kWh/rok] =66,24 [ GJ/rok]**

Zyski ciepła od nasłonecznienia: = suma (I, II, III, IV, X, XI, XII , 5/31*V , 5/30 IX) = 178 444,08 kWh/r-k = 642,40 [GJ]

Uwaga: dla stanu po termomodernizacji przyjęto wartości zysków wewnętrznych i od nasłonecznienia na poziomie 80% ( mniejszy czas – okres ogrzewania budynków)

# Załącznik nr 6 : Wyznaczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.

Obliczenia $V_{ve\ kn}$ uśrednionego strumienia powietrza zewnętrznego w ogrzewanej strefie [$m^3$/s] - zgodne z Metodologią wyznaczania charakt. energ. bud… Dz.U. z 2015 r. poz. 376 pkt 5.5.1. oraz 5.5.2. a także Tabel 21 ;22;23

Dla budynków użyteczności publicznej dla wersji wentylacji grawitacyjnej oraz mechanicznej nawiewno-wywiewnej przeznaczonych na potrzeby oświaty wynosi:

| **k** | **bve** | **Vve n (m³/s)** |
|---|---|---|
| 1 | β | $V_o$ = 0,56 x 0,001 (m³/s m²) |
| 2 | β | $V_{inf}$ = n x V / 3600 (m³/s) |
| 3 | 1 – β | 0,2 $V_0$ |
| 4 | 1 – β | $V_{inf}$ |

β – czas działania wentylatorów wentylacji mechanicznej równy czasowi wykorzystania budynku w miesiącu; (=0,00 dla wentylacji grawitacyjnej)
V – kubatura strefy wentylowanej grawitacyjnie - 13 252,30 [$m^3$] ;
powierzchnia ogrzewana wentylowana grawitacyjnie - 3453,80 [$m^2$] ; β = 0,00
n – krotność wymiany powietrza (dla budynków wzniesionych po 1995 roku lub z wymienioną stolarką okienną n= 0,2 ; w pozostałych **n = 0,3)** dla wentylacji grawitacyjnej

Zgodnie z Rozp. Min. Infrastr. i Rozwoju z dnia 3 września 2015 (Dz.U. z 13.10.2015 poz. 1606 zgodnie z wzorem 9 i tabelą 2 w przypadku doprowadzania powietrza przez nawiewniki lub nieszczelności okienne wprowadza się współczynniki korekcyjne $c_r$ oraz $c_w$ uwzględniające szczelność stolarki oraz wyeksponowanie na działanie wiatru
dla okien przed termomodernizacją przyjęto: (już wymienionych ale bez nawiewników )
wartość współcz. $c_r$ = 1,0
dla wszystkich okien po termomodernizacji (z nawiewnikami higrosterowalnymi) - wartość 0,7
Współczynnik $c_w$ - stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru - przed i po modernizacji – przyjęto w wysokości 1,0
Zatem strumień powietrza wentylacyjnego przed modernizacją wynosi:

1,12307 x 1,0 x 1,2 = **1,34768 [$m^3$/s] = 4 851,66 [ $m^3$/h]**

po termomodernizacji:

1,12307 x 0,7 x 1,2 = **0,94338 [ $m^3$/s] = 3 396,16 [ $m^3$/h]**

| | strefa<br>strumienie cząstkowe |
|---|---|
| | m³/s |
| k = 3<br>k = 4 | 0,38683<br>0,73624 |
| Razem: | 1,12307 |

Po termomodernizacji:

| | strefa<br>strumienie cząstkowe |
|---|---|
| | m³/s |
| k = 3<br>k = 4 | 0,38683<br>0,73624 |
| Razem: | 1,12307 |

Krotność wymiany powietrza:

- przed: 4851,66/ 13252,30 = 0,366 [ 1/h]

- po 3396,16 / 13252,30 = 0,256 [1/h]

# Załącznik 7. Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{w,Nd}$ [kWh/rok], GJ/rok

Obliczenia zgodnie z p. 5.3 oraz tabeli 27 Metodologii …..

$Q_{w,Nd} = V_{wi} \times A_f \times c_w \times \rho_w \times (\theta_w - \theta_0) \times k_R \times t_R / 3600$

$A_f$ – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze - przyjęto wielkość 3 453,80 $m^2$

$c_w$ – ciepło właściwe wody ( 4,19 kJ/kg K),

$\rho_w$ – gęstość wody (= 1 kg/$dm^3$)

$\theta_w$, $\theta_0$ – temperatura wody po i przed podgrzaniem ( 55 ; 10 °C)

$t_g$ - ilość dni w roku ( 365)

$V_{Wi}$ - jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą **wodę (dm³/m² dzień**)
przyjęto dla bud. użyt. publ. Na potrzeby oświaty i szkolnictwa wielkość **0,8 [dm³/m² dzień** ]

**$k_r$ - współczynnik korekcyjny (uwzględniający przerwy w użytkowaniu)**
- czas użytkowania cwu przed/po modernizacji **= 0,55**

**Przed/po 29 051,38 kWh/rok = 104,58 GJ/rok energii użytk.**

Nośnikiem energii do celów przygotowania ciepłej wody użytkowej jest:

- przed modernizacją olej opałowy lekki $\eta_{tot}$ = 0,524
- po modernizacji - pelet $\eta_{tot}$ = 0,578

**ENERGIA KOŃCOWA : przed 29051,38 /0,524 = 55 441,56 kWh/rok = 199,59 GJ/rok**

**ENERGIA KOŃCOWA : po 29051,38 /0,578 =50 272,28 kWh/rok = 180,98 GJ/rok**

**Roczne zużycie ciepłej wody - 554 680,28 dm³/r k = 554,68 m³/r-k**

**Zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m³ciepłej wody –**

Przed modernizacją: 0,35983 GJ/$m^3$ - energii cieplnej (102,43 zł/GJ)

Po modernizacji : 0, 32628 GJ/$m^3$ - energii cieplnej (64,48 zł /GJ)

Koszt przygotowania 1 $m^3$ c.w.u. przed modernizacją: 36,86 zł/$m^3$

po 21,04 zł/$m^3$

Max. moc cieplna :

Pcw = Vh sred x Qcw x 278 x Nh ( kW)

Vh sred - średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. = 554,68/185*8,65 h = 0,34662 $m^3$/h

Qcw - zapotrzebowanie ciepła na przyg. c.w.u. przed / po = 0,35983 / 0,32628 [ GJ/$m^3$ ]

Nh - współczynnik nierównomierności rozbioru wody = 9,32 x $L^{-0,244}$ = 2,17232 L = 391 os

$Q_{cw}$ = 75,32 kW - przed modernizacją

$Q_{cw}$ = 68,30 kW - po modernizacji

# Załącznik 8. Wyznaczenie wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed wykonaniem ulepszenia termo modernizacyjnego

Obliczenia zgodnie z wzorem 5 Rozporz. Min. Infastrukt. i Rozw. W sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego … z 13 października 2015 r

$$q = 10^{-6} \times A \times (t_{wo} - t_{zo}) \times U_c \quad [MW]$$

A – powierzchnia całkowita izolowanej przegrody [$m^2$]

$U_c$ – wartość współczynnika przenikania ciepła [$W/m^2K$]

$t_{zo}$ – obliczeniowa temperatura powietrza zewn. dla danej strefy klimatycznej =- 22 $^0$C

$t_{wo}$ – temperatura obliczeniowa wewnętrzna = 20 $^o$C

oraz wzorem 11 (dot. zapotrzebowania na moc w przypadku doprowadzania powietrza poprzez nawiewniki, okna lub drzwi ) $q = 3{,}4 \times 10^{-7} \times V_{obl} \times (t_{wo} - t_{zo})$ [MW]

$V_{obl}$ – strumień obliczeniowy przemnożony przez współczynnik $c_m$ z tabeli 2 Rozporządzenia … przyjęto wartość – 1,0

| L.p. | NAZWA PRZEGRODY | A | Uc | q |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ściany poz .1 zał 3 | 594,20 | 0,254 | 0,00604 |
| 2 | Ściany poz. 2 zał. 3 | 987,98 | 0,232 | 0,00917 |
| 3 | Ściany poz. 3 zał 3 | 706,,96 | 1,206 | 0,03410 |
| 4 | Podłoga na gr. poz 4 zał .3 | 466,65 | 0,34 | 0,00635 |
| 5 | Podłoga na gr. poz 5 zał .3 | 867,57 | 0,39 | 0,01353 |
| 6 | Podłoga na gr. poz 6 zał .3 | 467,16 | 0,38 | 0,00710 |
| 7 | Stropodach poz. 7 zał.3 | 746,97 | 0,866 | 0,02588 |
| 8 | Stropodach poz. 8 zał.3 | 617,13 | 0,633 | 0,01563 |
| 9 | Stropodach poz. 9 zał.3 | 537,68 | 0,383 | 0,00824 |
| 10 | Stolarka drzw, poz. 10 zał 3 | 3,19 | 1,25 | 0,00016 |
| 11 | Stolarka ok. poz.11 zał. 3 | 6,20 | 1,88 | 0,00047 |
| 12 | Stolarka drzw. poz.12 zał.3 | 408,09 | 1,70 | 0,02775 |
| 13 | Stolarka drzw. poz. 13 zał.3 | 5,23 | 1,30 | 0,00027 |
| 14 | Stolarka drzw. poz. 14 zał 3 | 30,98 | 2,38 | 0,00295 |
| 15 | Okna sali sport poz. 15 zał 3 | 147,58 | 1,45 | 0,00856 |
| 16 | Wentylacja grawitacyjna | | | 0,06598 |
| | | $m^2$ | $W/m^2K$ | MW |
| | RAZEM: | | | **0,23218** |

Zatem zapotrzebowanie na moc cieplną kotła przed termomodernizacją wynosi: dla c.o. - 0,23218 [MW]

dla c.w.u. – 0,07532 [MW]

# Załącznik 9. Wyznaczenie wartości zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie po wykonaniu ulepszenia termo modernizacyjnego

Obliczenia zgodnie z wzorem 5 Rozporz. Min. Infastrukt. i Rozw. W sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego … z 13 października 2015 r

$$q = 10^{-6} \times A \times (t_{wo} - t_{zo}) \times U_c \quad [MW]$$

A – powierzchnia całkowita izolowanej przegrody [$m^2$]

$U_c$ – wartość współczynnika przenikania ciepła [$W/m^2K$]

$t_{zo}$ – obliczeniowa temperatura powietrza zewn. dla danej strefy klimatycznej =- 22 $^0$C

$t_{wo}$ – temperatura obliczeniowa wewnętrzna = 20 $^o$C

oraz wzorem 11 (dot. zapotrzebowania na moc w przypadku doprowadzania powietrza poprzez nawiewniki, okna lub drzwi ) $q = 3{,}4 \times 10^{-7} \times V_{obl} \times (t_{wo} - t_{zo})$ [MW]

$V_{obl}$ – strumień obliczeniowy przemnożony przez współczynnik $c_m$ z tabeli 2 Rozporządzenia … przyjęto wartość – 1,0

| L.p. | NAZWA PRZEGRODY | A | Uc | q |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ściany poz .1 zał 3 | 594,20 | 0,254 | 0,00604 |
| 2 | Ściany poz. 2 zał. 3 | 987,98 | 0,232 | 0,00917 |
| 3 | Ściany poz. 3 zał 3 | 706,,96 | 0,209 | 0,00591 |
| 4 | Podłoga na gr. poz 4 zał .3 | 466,65 | 0,34 | 0,00635 |
| 5 | Podłoga na gr. poz 5 zał .3 | 867,57 | 0,39 | 0,01353 |
| 6 | Podłoga na gr. poz 6 zał .3 | 467,16 | 0,38 | 0,00710 |
| 7 | Stropodach poz. 7 zał.3 | 746,97 | 0,156 | 0,00298 |
| 8 | Stropodach poz. 8 zał.3 | 617,13 | 0,107 | 0,00264 |
| 9 | Stropodach poz. 9 zał.3 | 537,68 | 0,153 | 0,00329 |
| 10 | Stolarka drzw, poz. 10 zał 3 | 3,19 | 1,25 | 0,00016 |
| 11 | Stolarka ok. poz.11 zał. 3 | 6,20 | 0,90 | 0,00022 |
| 12 | Stolarka drzw. poz.12 zał.3 | 408,09 | 1,70 | 0,01469 |
| 13 | Stolarka drzw. poz. 13 zał.3 | 5,23 | 1,30 | 0,00027 |
| 14 | Stolarka drzw. poz. 14 zał 3 | 30,98 | 0,90 | 0,00112 |
| 15 | Okna sali sport poz. 15 zał 3 | 147,58 | 1,45 | 0,00856 |
| 16 | Wentylacja grawitacyjna | | | 0,04618 |
| | | $m^2$ | $W/m^2K$ | MW |
| | RAZEM: | | | **0,14127** |

Zatem zapotrzebowanie na moc cieplną kotła przed termomodernizacją wynosi: dla c.o. - 0,14127 [MW]

dla c.w.u. – 0,06830 [MW]

# Załącznik 10. Obliczenia efektu ekologicznego – wskaźników rezultatu bezpośredniego

A/ Redukcja emisji $CO_2$ – różnica całkowitej emisji $CO_2$ budynku przed przeprowadzeniem modernizacji i po jej przeprowadzeniu z uwzględnieniem wyliczonego zapotrzebowania na energię końcową w podziale na stosowane nośniki energii i odpowiadające im wskaźniki emisji dwutlenku węgla.

Wartość otrzymana (w tabelach po karcie audytu ) wyliczona jest jako różnica sum( wyliczonych rocznych zapotrzebowań budynku (przed i po modernizacji) na energię końcową na potrzeby ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wbudowanej instalacji oświetlenia (chłodzenia – jeżeli występuje) oraz energii pomocniczej ) - pomnożonych przez właściwe wskaźniki emisji $CO_2$

Wskaźniki emisji $CO_2$ przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 roku (Dz. U. z 2015 poz. 376 – załącznik nr 1 pkt 6.1.2. oraz z opracowaniami aktualnymi na dany rok opublikowanymi przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (www.kobize.pl/pl/article/monitorowanie-raportowanie-weryfikacja -emisji/id/318/tabele-wo-i-we)

Z danych tabelarycznych Metodologii ..

Przyjęto wartość : oraz

dla oleju opałowego lekkiego - 74,1 [t $co_2$/TJ ]

Dla energii elektrycznej (pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego zastosowano wskaźnik emisji $CO_2$ zgodny z komunikatem KOBiZE ( www. kobize.plpl/article/2014/id/569/komunikat-dotyczący-emisji-dwutlenku-wegla-przypajacej-na-1-mwh-energii-elektrycznej)

wartość wynosi: 831,50 kg $CO_2$/MWh = 230,97 [$t_{co2}$/TJ]

**B/ Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej EP** - wyliczono w oparciu o zależności podstawowe z Rozporządzenia…(jak wyżej) oraz przyjmując współczynniki nakładu nieodwracalnej energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii z Tabeli Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej **….** (Dz.U. z dnia 27 sierpnia 2012 Poz. 962)

| | | |
|---|---|---|
| Przyjęto wartości: | dla oleju opałowego | – 1,1 |
| . | dla energii elektr. | – 3,0 |
| . | dla biomasy (pelet) | - 0,2 |

**C/ Redukcja emisji pyłów PM10 oraz PM2,5** - obliczono jako różnicę iloczynów rocznego sumarycznego zapotrzebowania budynku na energię końcową na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej i wskaźnika emisji.

Wskaźniki emisji przyjęto w oparciu o dokument Europejskiej Agencji Środowiska EEA oparty na programie EMPER (European Monitoring and Evaluation Programme pod nazwą EMPEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook Part B 1.A.4 Small combustion - www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013/part-b-sektoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-small-combustion w zależności od mocy ciepłowni .

Zgodnie z wytycznymi w przypadku wytwarzania ciepła z energii elektrycznej emisję pyłów przed /po modernizacją przyjęto jako 0 (zero ).

Zgodnie z powyższym (dla mocy cieplej ciepłowni w granicach od 50 kW do 1 MW- przyjęto wartości emisji pyłów dla kotłów olejowych - peletowych w wielkości:

przed modernizacją:

**- dla pyłu PM10 – wartość 3,0 [ g/GJ] ; dla pyłu PM2,5 - wartość 3,0 [ g/GJ]**

po modernizacji**: (kocioł automatyczny nowej generacji)**

**- dla pyłu PM10 – wartość 34,0 [ g/GJ] ; dla pyłu PM2,5 - wartość 33,0 [ g/GJ]**

## . Załącznik nr: 11. Osoby udzielające informacji

1. Z ramienia inwestora - koordynator – P. Alicja Włodarczyk
2. Prac. placówki P. Dominiczak Marek

## Załącznik nr 12. Dokumentacja fotograficzna obiektu z wizji lokalnej

Sala gimnastyczna – str E

sala gimn. – str N

sala j.w – str W

łącznik – str N

szkoła – str N i E

szkoła – str N

łacznik szkoła – gimn. str E

gimn. – str S

gimn. str.E

gimn. str.  N

gimn. str.  N oraz W

gimn. str.  W

gimn. str. S i W

łącznik -str W – szkoła str. N

gimn. str. N

szkoła W

szkoła str S

łącznik + sala sportowa - str. S

**Załącznik nr 13. Dokumentacja rysunkowa – rzuty i przekroje.**