

AUDYT ENERGETYCZNY

POWIATOWY ZESPÓŁ NR 2
SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH
MISTRZOSTWA SPORTOWEGO I TECHNICZNYCH
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

32-600 Oświęcim, ul.Bema 8,



Spis treści

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. Wstęp | 2 |
| 2. Karta audytu | 3 |
| 3. Wyjaśnienia | 29 |
| 4. Wykaz załączników | 34 |
| 5. Zestawienia zbiorcze | 35 |

1. Wstęp

Budynek szkoły zlokalizowany przy ul. Generała Józefa Bema 8 w Oświęcimiu stanowi obiekt o znacznej powierzchni użytkowej wynoszącej 12 002,71 m² oraz kubaturze ogrzewanej 37 612,0 m³, przeznaczony do całorocznej eksploatacji w celu realizacji celów edukacyjnych. Zgodnie z charakterystyką obiektu ujętą w opracowaniu sporządzonym przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 Pro, budynek ten kwalifikuje się jako obiekt istniejący, którego parametry energetyczne znacząco odbiegają od obowiązujących standardów efektywności energetycznej określonych w Warunkach Technicznych WT 2021. Celem niniejszego audytu jest identyfikacja potencjału poprawy efektywności energetycznej budynku, ocena opłacalności możliwych przedsięwzięć termomodernizacyjnych oraz wskazanie działań, które przyniosą największe korzyści w zakresie redukcji zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną, ograniczenia emisji zanieczyszczeń oraz zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych.

Stan aktualny budynku

Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną EP kształtuje się na poziomie 217,4 kWh/(m²·rok), wobec dopuszczalnych 70,4 kWh/(m²·rok), co jednoznacznie wskazuje na bardzo niską efektywność energetyczną budynku w stanie istniejącym. Zgodnie z bilansami strat i zysków energetycznych, największe straty ciepła notowane są przez wentylację (58,6% strat energii na ogrzewanie) oraz przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, takie jak okna, dach i podłogi. W zakresie chłodzenia wskazano zyski od słońca oraz zyski wewnętrzne, które w dużej mierze przyczyniają się do wzrostu obciążeń cieplnych w sezonie letnim.

Systemy techniczne

Budynek wyposażony jest w centralne ogrzewanie wodne zasilane z lokalnego węzła cieplnego z elektrociepłowni opalanej głównie węglem kamiennym i gazem ziemnym. Sprawność całkowita instalacji grzewczej została oszacowana na poziomie 57%. Instalacja ciepłej wody użytkowej oparta jest w przeważającej części na lokalnych podgrzewaczach elektrycznych o sprawności sięgającej 99%. Energia elektryczna pochodzi z miksu energetycznego (produkcja mieszana), a współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla prądu wynosi 2,50. Wentylacja odbywa się głównie grawitacyjnie bez systemu odzysku ciepła.

Kontekst prawny i środowiskowy

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym Ustawą o efektywności energetycznej, Ustawą Prawo budowlane oraz rozporządzeniem w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków, audyt energetyczny pełni istotną rolę w procesie planowania modernizacji energetycznej i może stanowić podstawę do ubiegania się o środki pomocowe z funduszy krajowych i unijnych. Szczególne znaczenie ma również aspekt środowiskowy – aktualne źródła zasilania budynku wiążą się z wysoką emisją CO₂ oraz pyłów zawieszonych, w tym PM10 i PM2.5, co jest sprzeczne z założeniami polityki klimatycznej UE.

Cele audytu

Przedstawione w audycie warianty modernizacji mają na celu: zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną, poprawę komfortu cieplnego użytkowników budynku, zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, racjonalizację kosztów eksploatacyjnych, dostosowanie budynku do wymagań WT 2021.

Zastosowane wskaźniki wi

Ciepło sieciowe z kogeneracji – 1,06, gaz ziemny – 1,1 oraz energia elektryczna – 2,5

2. Karta audytu

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

| | |
|-------------------------|---|
| Dane budynku | Nazwa jednostki: Budynek oświaty Nazwa budynku: POWIATOWY ZESPÓŁ NR 2 SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH MISTRZOSTWA SPORTOWEGO I TECHNICZNYCH im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA Adres: Oświęcim ulica: Bema 8 kod pocztowy: 32-600 miejscowość: Oświęcim gmina: Oświęcim powiat: oświęcimski województwo: małopolskie |
|-------------------------|---|

Data, 13.12.2024

| TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU BUDYNKU | | | |
|--|---|--|--|
| 1. | Dane identyfikacyjne budynku | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | Budynek oświaty | 1.2 Rok budowy | W zależności od segmentu - opis w dalszej części |
| 1.3 Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji telefon/fax) | Powiat Oświęcimski, ul. Wyspiańskiego 10, 32-602 Oświęcim | 1.4 Adres budynku ul. Bema 8 kod: 32-600 miejscowość: Oświęcim powiat: oświęcimski województwo: małopolskie | |
| 2. Nazwa, REGON, adres podmiotu wykonującego audyt | | | |
| Grupa SMA Sp. z o.o. ul. Biała Droga 125 34-124 Klecza Dolna REGON 123071022 | | | |
| 3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, kwalifikacje zawodowe, podpis | | | |
| dr inż. Maciej Knapik, uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych bez ograniczeń - nr uprawnień - MAP/0067/PWBS/22 oraz uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – nr wpisu do rejestru osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej – 22859. | | | |
| 4. Współautorzy audytu: imiona i nazwiska, zakres prac przy opracowaniu | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Miejscowość: Oświęcim | | Data wykonania audytu: 13.12.2024 | |
| 5. Spis treści | | | |
| str. | | | |

| TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO | | | |
|--|---|---|---|
| 1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 1. | Konstrukcja/technologia budynku | Tradycyjna | Tradycyjna |
| 2. | Liczba kondygnacji | 5 | 5 |
| 3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 37612 | 37612 |
| 4. | Powierzchnia użytkowa budynku [m ²] | 13024,7 | 13024,7 |
| 5. | Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²] | 10439,6 | 10439,6 |
| 6. | Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%] | 100 | 100 |
| 7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0 | 0 |
| 8. | Liczba osób użytkujących budynek | 1500 | 1500 |
| 9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | Kotły gazowe (hala sportowa ~ 17,6%) oraz lokalne podgrzewacze elektryczne przepływowe (budynki szkoły A, B, C ~ 82,4%) | Kotły gazowe (hala sportowa ~ 17,6%) oraz lokalne podgrzewacze elektryczne przepływowe (budynki szkoły A, B, C ~ 82,4%) |
| 10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | Węzeł cieplny starego typu | Węzeł cieplny starego typu |
| 11. | Współczynnik A/V [1/m] | 0,278 | 0,278 |
| 12. | Powierzchnia budynku netto [m ²] | 10439,6 | 10439,6 |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²·K)] | | | |
| 1. | Ściany zewnętrzne | SZ A 0,225 SZ B 0,201 SZ C 0,201 SZ HALA 0,195 SZG A 0,477 SZG B 0,477 | SZ A 0,225 SZ B 0,201 SZ C 0,201 SZ HALA 0,195 SZG A 0,174 SZG B 0,174 |
| 2. | Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | DACH A 3,504 DACH B 3,504 HALA DACH 0,165 STRYCH A 0,238 STRYCH B 0,238 | DACH A 3,504 DACH B 3,504 HALA DACH 0,165 STRYCH A 0,238 STRYCH B 0,238 |
| 3. | Strop nad piwnicą | STR WEW A 1,338 STR WEW B 2,580 STR WEW C 2,580 | STR WEW A 1,338 STR WEW B 2,580 STR WEW C 2,580 |
| 4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | PNG C 0,400 PNG HALA 0,388 PWP 0,313 | PNG C 0,400 PNG HALA 0,388 PWP 0,308 |
| 5. | Okna, drzwi balkonowe | OK 1,2 | OK 1,2 |
| 6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | DZ 1,5 | DZ 1,5 |
| 7. | Inne | DW 1,5 SW 15 1,527 SW 40 0,762 | DW 1,5 SW 15 1,527 SW 40 0,762 |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,95 | 0,95 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,80 | 0,80 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 0,77 | 0,97 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1 | 1 |
| 5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-] | 1 | 1 |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-] | 1 | 1 |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | |
| 1. | Sprawność wytwarzania [-] | 0,97 | 0,97 |
| 2. | Sprawność przesyłu [-] | 0,93 | 0,93 |
| 3. | Sprawność regulacji i wykorzystania [-] | 1 | 1 |
| 4. | Sprawność akumulacji [-] | 1 | 1 |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji | | | |
| 1. | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna) | Naturalna w budynkach A, B, C. Na hali sportowej wentylacja mechaniczna | Naturalna w budynkach A, B, C. Na hali sportowej wentylacja mechaniczna |
| 2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | okna/kratki wentylacyjne/na hali sportowej nawiewniki | okna/kratki wentylacyjne/na hali sportowej nawiewniki |
| 3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h] | 44472 | 44472 |
| 4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 3,5 | 3,5 |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku | | | |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 691,93 | 691,8 |
| 2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW] | 121,8 | 121,8 |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1658,57 | 1658,01 |
| 4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 2834,20 | 2345,80 |
| 5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 365,95 | 365,95 |
| 6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | Brak danych | n/d |
| 7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | Brak danych | n/d |

| | | | |
|-----------------------|---|------|------|
| 8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)] | 44,1 | 44,1 |
| 9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)] | 76,4 | 63,4 |
| 10. ¹) | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0 | 4,0 |

| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | | |
|--|---|-------------|----------|
| 1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ] | 83,87 | 83,87 |
| 2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)] | n/d | n/d |
| 3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³] | 59,5 | 59,5 |
| 4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ¹ [zł/(MW m-c)] | n/d | n/d |
| 5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)] | 2,01 | 1,55 |
| 6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | n/d | n/d |
| 7. | Inne [zł] | n/d | n/d |
| 8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 1. | EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)] | 135,9 | 93,4 |
| 2. | EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)] | 215,0 | 122,8 |
| 3. | Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%] | 31,3 | |
| 4. | Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok] | 1596,39 | |
| 5. | Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok] | 38,13 | |
| 6. | Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok] | 0 | |
| 7. | Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok] | 367162,98 | |
| 8. | Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] | 49 | |
| 8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 1. | Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł] | netto | brutto |
| | | 2042698 | 2512519 |
| 2. | Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] | netto | brutto |
| | | 477494,6 | 587318,4 |
| 3. | Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacjiodnawialnego źródła energii [%] | 23,55 | |
| 4. | Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE | | |
| 5. | Premia termomodernizacyjna [zł] | Brak danych | |

TABELA 3. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU**3.1 Dane ogólne budynku**

| | | |
|----|--|--------------|
| 1. | Technologia budynku | Tradycyjna |
| 2. | Budynek: - szeregowy - wolnostojący | wolnostojący |
| 3. | Budynek podpiwniczony | Tak |
| 4. | Wysokość kondygnacji netto | 2,87 |
| 5. | Kubatura budynku | 37612 |
| 6. | Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych | 10439,6 |
| 7. | Liczba klatek schodowych | 3 |
| 8. | Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym | 0 |
| 9. | Powierzchnia pomieszczeń chłodzonych | 158,4 |

3.2 Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku

Przedmiotem opracowania jest audyt energetyczny obiektów kubaturowych na terenie Powiatowego Zespołu Nr 2 Szkół Ogólnokształcących Mistrzostwa Sportowego i Technicznych w Oświęcimiu przy ul. Bema 8, 32-602 Oświęcim.

Audyt wykonano na podstawie dostarczonej sprawdzonej inwentaryzacji. Powierzchnia oraz kubatura wyliczona na podstawie inwentaryzacji mogą się różnić od wymiarów rzeczywistych co może wynikać z niedoskonałości inwentaryzacji oraz w następstwie niedoskonałości programu.

Budynki objęte audytem:

a) budynek szkoły:

– budynek A wraz z łącznikiem

– budynek B

– budynek C

– hala sportowa wraz z zapleczem

W szkole ogrzewane są wszystkie pomieszczenia

1) podłoga w piwnicy - wylewka betonowa ok 10 cm położona na izolacji z papy na gruncie , posadzka lastriko plus płytki gress.

2) ściany piwnicy: stopa żelbetowa plus ściana z cegły grubość 60 cm

3) ściany zewnętrzne:

budynek A cegła grubość 40 cm

budynek B bloczki z suporex 40 cm

budynek C niska część bloczki z suporex 40 cm

budynek hali sportowej cegła plus bloczki z suporex 40 cm

4) stropy międzykondygnacyjne :

budynek A - żelbetowy ok 15 cm, wylewny na mokro , plus sufit podwieszany stary typ konstrukcja drewniana ,deski trzcina, siatka tynk wapienny, (wysokość stropu razem ok 40 cm)

strych docieplony - wełna mineralna 15 cm plus płyty OSB

budynek B - belki żelbetowe typu T plus bloczki DZ plus wylewka betonowa plus posadzki lastriko, płytki Gress, wysokość ok 30 cm, strych docieplony - wełna mineralna 15 cm plus płyty OSB, budynek C jedna kondygnacja - sufit belki żelbetowe typu T plus bloczki DZ plus wylewka betonowa ok 30 cm

hala sportowa :

duża sala gimnastyczna - sufit - więzary stalowe plus płyty panwiowe betonowe o dł.6,00 m , sufit podwieszany, wełna mineralna 15 cm plus płyta GK wykończenie sufitu

widownia, atrium, siłownia - sufit - więzary stalowe plus blacha trapezowa, plus sufit podwieszany, wełna mineralna 15 cm , płyty GK wykończenie sufitu

magazyn sportowy - sufit - więzary stalowe plus blacha trapezowa ,

5)ściany wewnętrzne:

nośne - cegła , suporex - 40 cm, działowe - cegła, suporex - ok. 15 cm

6) dach :

budynek A konstrukcja belki dachowe żelbetowe typu L plus płyty betonowe płaskie dł 2m x szer 0,5m, papa termozgrzewalna (dach dwuspadowy), budynek B konstrukcja belki dachowe żelbetowe typu L plus płyty dachowe żelbetowe panwiowe dł. 3,00 m x szer 0,5m, papa termozgrzewalna (dach dwuspadowy), budynek C plus hala sportowa - dach pokrycie płyty styropianowe dachowe z papą (styropapa), papa termozgrzewalna wierzchniego krycia

7) wentylacja mechaniczna tylko hala sportowa - sprawna

8) brak odzysku ciepła

9) klimatyzacja - budynek B parter: pomieszczenia biurowe, pokój nauczycielski, serwerownia (powierzchnia użytkowa ok 350 m²)

10) okna dwuszybowe - współczynnik przenikania 1,2 W/m²K (okres wymiany - lata 1999- 2005)

11) budynek A, C przy hali sportowej (budowa lata 1952-1960), budynek B - główne wejście do szkoły (lata budowy 1965 - 1975), sala gimnastyczna - lata budowy (1965- 1970), hala sportowa - rozbudowa sali gimnastycznej tj.: powiększenie sali gimnastycznej do pow 650 m², budowa widowni na 350 miejsc, budowa Atrium (sala gier stołowych), budowa siłowni oraz magazynu sportowego zakończenie 2005r.

12) Jak głęboko posadowiony jest budynek w ziemi - pomiar od powierzchni gruntu na zewnątrz do posadzki w suterenach :

budynek A od 250,00cm do 350,00cm

budynek B od 120,00cm do 170,00cm

budynek C plus hala sportowa - poziom 0 bez podpiwniczenia, tylko sala gimnastyczna pomocnicza poniżej gruntu: - 120,00cm, posadzka parkiet dębowy na stelażu sportowym.

Źródłem ciepła dla CO jest węzeł cieplny starego typu o mocy 600 kW. Dla CWU w 82,4% są to elektryczne podgrzewacze przepływowe. W segmencie A i B i częściowo C - oświetlenie stare. Na hali sportowej oświetlenie LED.

TABELA 4. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

| Lp. | Rodzaj danych | jedn. | Dane |
|-----|--|--------|--------------------|
| 1. | Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.O. | kW | 600 |
| 2. | Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.W.U. (q_{CWU}) | kW | 0 |
| 3. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.O. | kW | 692 |
| 4. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.W.U. | kW | 121,8 |
| 5. | Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji | kW | 0 |
| 6. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | GJ | 1658,57 |
| 7. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania | GJ | 2834,2 |
| 8. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego | GJ/rok | Brak danych |
| 9. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych danych do obliczeń bilansu ciepła) | GJ/rok | Brak danych |

4.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

| Lp. | Rodzaj danych | Dane |
|--|--|------------------------------|
| 1. | Typ instalacji | Centralny, wodny |
| 2. | Parametry pracy instalacji | 80/60 |
| 3. | Przewody w instalacji | Stalowe |
| 4. | Stan izolacji przewodów | Generalnie brak izolacji rur |
| 5. | Rodzaj grzejników | Żeberkowe/Płytowe/Fawiera |
| 6. | Oslonięcie grzejników | Sporadycznie |
| 7. | Zawory termostacyjne | Są, ale uszkodzone, stan zły |
| 8. | Zawory podpionowe | Brak |
| 9. | Odpowietrzenie instalacji | Jest |
| 10. | Naczynie wzbiornicze | Jest |
| 11. | Zabezpieczenie instalacji | Jest |
| 12. | Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę | W sezonie 24/7 |
| 13. | Modernizacja instalacji (po roku 1984) | Była |
| Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania | | |
| 16. | Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła | η_{Hg} 0,95 |
| 17. | Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła | η_{Hd} 0,8 |
| 18. | Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania | η_{He} 0,77 |
| 19. | Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła | η_{Hs} 1 |
| 20. | Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu | η_{Htot} 0,59 |
| 21. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | w_t 1 |
| 22. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | w_d 1 |

4.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

| Lp. | Rodzaj danych | Dane |
|-----|--|---|
| 1. | Rodzaj instalacji ciepłej wody | Kotły gazowe (hala sportowa ~ 17,6%) oraz lokalne podgrzewacze elektryczne przepływowe (budynki szkoły A, B, C ~ 82,4%) |
| 2. | Parametry pracy instalacji | Zależna od nastawy termostatów |
| 4. | Udział OZE | 0 |
| 3. | Przewody instalacji i ich izolacja | Brak |
| 4. | Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji | Brak |
| 5. | Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność) | Brak |
| 6. | Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze) | W węźle cieplnym |

4.3 Charakterystyka techniczna węzła cieplnego / kotłowni w budynku - stan istniejący



4.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

| Lp. | Rodzaj danych | Dane |
|-----|---|-----------|
| 1. | Rodzaj wentylacji | Naturalna |
| 2. | Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h | 44472 |

4.5 Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia - stan istniejący

| | | | |
|---|--|------------------|------------------------------|
| 1 | Cena energii elektrycznej | zł/kWh | 283,33 |
| 2 | Dane oświetlenia (moce, zestawienie źródeł światła) | -- | Stare oświetlenie świetlówki |
| 3 | Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia | m ² | 10260,05 |
| 4 | Średnia moc jednostkowa oświetlenia dla budynku P _n | W/m ² | 20 |

TABELA 5. WYKAZ USPRAWNIENÍ I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego | Możliwości i sposób poprawy |
|-----|---|---|
| 1. | Przegrody zewnętrzne (ściany, stropodach, dach, ściana piwnicy, podłoga piwnicy, strop nad piwnicą i nad przejazdami) | Ocieplenie fundamentów 10 cm XPS |
| 2. | Okna | n/d |
| 3. | Drzwi | n/d |
| 4. | System grzewczy | Wymiana grzejników wraz z zaworami termostatycznymi – wymiana około 300 zaworów termostatycznych |
| 5. | Instalacja c.w.u. | n/d |
| 6. | Wentylacja | Koszt wg kubatury + liczby wymian powietrza - Minimalna intensywność wymiany powietrza w szkołach (norma PN-EN 16798-1): ok. 2 wymiany na godzinę w salach lekcyjnych kubatura wentylowana: 37 000 m ³ całkowity strumień powietrza: $V=37\,000 \cdot 2=74\,000$ m ³ /h $V=37\,000 \cdot 2=74\,000$ m ³ /h Szacunkowy koszt pełnej instalacji (centrale, kanały, automatyka, montaż, roboty budowlane) to 11840000 PLN przy wskaźniku SPBT wynoszącym około 95 lat |
| 7. | Oświetlenie | Wymiana oświetlenia na lampy typu LED |
| 8. | Instalacja PV | Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49 kWp na dachu budynków, wraz z montażem konstrukcji wsporczej stalowej lub aluminiowej wraz z dostawą i montażem 2 magazynów energii o pojemności 49 kWh łącznie w pomieszczeniu byłej wymiennikowni ciepła oraz dostosowanie pomieszczenia byłej wymiennikowni ciepła na potrzeby zainstalowania 2 magazynów energii w tym wydzielenie pożarowe tego pomieszczenia w zakresie ścian i drzwi. Zostanie zastosowany system zarządzania energią. |

6. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

6.1 Do obliczeń przyjęto następujące dane:

| | | Symbol | Jednostki | przed modernizacją | po modernizacji |
|----|---|---------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1. | Obliczeniowa temperatura zewnętrzna | t_{zo} | $^{\circ}\text{C}$ | -20 | -20 |
| 2. | Temperatura wewnętrzna lokale użytkowe | t_w | $^{\circ}\text{C}$ | 16/20 | 16/20 |
| 3. | Temperatura wewnętrzna klatka schodowa | t_{kl} | $^{\circ}\text{C}$ | 20 | 20 |
| 4. | Temperatura wewnętrzna piwnice | t_{piw} | $^{\circ}\text{C}$ | 16/20 | 16/20 |
| 5. | Liczba stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne | S_d | dzień K/rok | 3036 | 3036 |
| 6. | Liczba stopniodni ogrzewania klatka schodowa | $S_{d_{kl}}$ | dzień K/rok | 3036 | 3036 |
| 7. | Liczba stopniodni ogrzewania piwnica | $S_{d_{piw}}$ | dzień K/rok | 3036 | 3036 |
| 8. | Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po modernizacji | x_0, x_1 | - | 1 | 1 |
| 9. | Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po modernizacji | y_0, y_1 | - | 1 | 1 |

6.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówiona i zużyte ciepło^{*)}

| Opłaty przed modernizacją | | | Cena brutto |
|---------------------------|--|-----------|-------------|
| 1. | Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) | zł/GJ | 83,87+21,51 |
| 2. | Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył) | zł/MW m-c | 3699,84 |
| 3. | Opłata abonamentowa | zł/m-c | x |
| Opłaty po modernizacji | | | |
| 4. | Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) | zł/GJ | 83,87+21,51 |
| 5. | Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył) | zł/MW m-c | 3699,84 |
| 6. | Opłata abonamentowa | zł/m-c | x |

^{*)} jednostkowe opłaty przyjęto wg <https://www.pec-oswiecim.com.pl/index.php?=obslugaklienta&pID=4>

6.1.2 Inne opłaty i taryfy (kalkulacja kosztów zmiennych i stałych)

| |
|--|
| |
|--|

| TABELA 7 KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|----|----|
| Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku | | | | Przegroda (symbol) | | | |
| | | | | Ściana zewnętrzna | | | |
| Dane do obliczeń | | | | | | | |
| 1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła | | | | A _{strat} = 998 | m ² | | |
| 2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia | | | | A _{koszt} = 998 | m ² | | |
| 3. liczba stopniodni ogrzewania K/rok | | | | S _d = 3036 | dzień | | |
| 4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: ocieplenie ścian fundamentowych 10 cm XPS | | | | | | | |
| Rozpatrywane warianty ocieplenia: | | | | | | | |
| W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U _{cmax} zgodnie z obowiązującymi wymaganiami warunków technicznych | | | | | | | |
| W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1 | | | | | | | |
| L p. | | Jednostki | Warianty | | | | |
| | | | Stan istniejący | W1 | W2 | W3 | W4 |
| 1. | Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d | m | ----- | 0,1 | x | x | x |
| 2. | Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U _c | W/(m²K) | 0,477 | 0,174 | x | x | x |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} | GJ/rok | 0,35 | 0,34 | x | x | x |
| 4. | Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q _{0U} , q _{1U} | MW | 0,000587 | 0,000501 | x | x | x |
| 5. | Roczna oszczędność kosztów energii ΔO _{ru} | zł/rok | ----- | 0,84 | x | x | x |
| 6. | Cena jednostkowa usprawnienia C _{ied} | zł/m² | ----- | 860 | x | x | x |
| 7. | Koszt realizacji usprawnienia N _U | zł | ----- | 858300 | x | x | x |
| 8. | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | ----- | 1023369,5 | x | x | x |
| Podstawa przyjętych wartości N _u - kosztorys | | | | | | | |
| Wybrany wariant: W1 | | Koszt wariantu: 858300 PLN netto | | SPBT = 1023369,5 lat | | | |

Nie przewiduje się wymiany okien

| TABELA 8. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH WYMIANY OKIEN | | | | | | |
|--|---|--|-------------------|-----------------|-----------------|----|
| Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacyjnego | | | | | Przedsięwzięcie | |
| | | | | | Wymiana okien | |
| Dane do obliczeń | | | | | | |
| 1. powierzchnia okien | | | $A_{ok} =$ | m^2 | | |
| 2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego | | | $V_{nom} =$ | m^3/h | | |
| 3. liczba stopniodni ogrzewania | | | $Sd =$ | dzień K/rok | | |
| 4. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący | | | $U_{ok} =$ | $W/(m^2K)$ | | |
| Rozpatrywane warianty usprawnienia: | | | | | | |
| W1 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z obowiązującymi wymaganiami warunków technicznych | | | | | | |
| W2 i następne - okna o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U_{ok} niż w wariantcie 1 | | | | | | |
| Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U , z wbudowanymi nawiewnikami | | | | | | |
| | | | Jednostki | Stan istniejący | Warianty* | |
| | | | | | W1 | W2 |
| | | | | | W3 | |
| 1. | Współczynnik przenikania ciepła okien U | | $W/(m^2K)$ | | | |
| 2. | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | | C_r | --- | | |
| | | | C_m | --- | | |
| 3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła Q_0 | | GJ/rok | | | |
| 4. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1 | | GJ/rok | | | |
| 5. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q_{0u} | | GJ/rok | | | |
| 6. | Roczne zapotrzebowanie na moc q_0 | | MW | | | |
| 7. | Roczne zapotrzebowanie na moc q_1 | | MW | | | |
| 8. | Roczne zapotrzebowanie na moc q_0 | | MW | | | |
| 9. | Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru} | | zł/rok | | | |
| 10. | Koszt jednostkowy okien C_{jed} | | zł/m ² | | | |
| 11. | Koszt wymiany okien N_{ok} | | zł | | | |
| 12. | Koszt modernizacji wentylacji N_{went} | | zł | | | |
| 13. | Koszt całkowity N_U | | zł | | | |
| 14. | Prosty czas zwrotu SPBT | | lat | | | |
| Podstawa przyjętych wartości N_U | | | | | | |
| Wybrany wariant: | | | Koszt wariantu: | | SPBT = lat | |

| TABELA 9. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH WYMIANY DRZWI | | | | | | | |
|---|---|--|-----------------|-------------------|-----------------|----|--|
| Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacyjnego | | | | | Przedsięwzięcie | | |
| | | | | | Wymiana drzwi | | |
| Dane do obliczeń | | | | | | | |
| 1. powierzchnia drzwi | | | $A_d =$ | m^2 | | | |
| 2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego | | | $V_{nom} =$ | m^3/h | | | |
| 3. liczba stopniodni ogrzewania | | | $S_d =$ | dzień K/rok | | | |
| 4. współczynnik przenikania ciepła drzwi - stan istniejący | | | $U_d =$ | $W/(m^2K)$ | | | |
| Rozpatrywane warianty usprawnienia: | | | | | | | |
| W1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z obowiązującymi wymaganiami warunków technicznych | | | | | | | |
| W2 i następne - drzwi o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U_d niż w wariantcie 1 | | | | | | | |
| - wymiana istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U_d , | | | | | | | |
| | | | Jednostka | Stan istniejący | Warianty | | |
| | | | | | W1 | W2 | |
| | | | | | W3 | | |
| 1 | Współczynnik przenikania ciepła drzwi | | U | $W/(m^2K)$ | | | |
| 2 | Współczynniki korekcyjne dla wentylacji | | C_r | --- | | | |
| | | | C_m | --- | | | |
| 3 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła | | Q_0 | GJ/rok | | | |
| 4 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1 | | | GJ/rok | | | |
| 5 | Roczne zapotrzebowanie na ciepło | | Q_{0u} | GJ/rok | | | |
| 6 | Roczne zapotrzebowanie na moc | | q_0 | MW | | | |
| 7 | Roczne zapotrzebowanie na moc | | q_1 | MW | | | |
| 8 | Roczne zapotrzebowanie na moc | | q_{0u} | MW | | | |
| 9 | Roczna oszczędność kosztów energii | | ΔO_{ru} | zł/rok | | | |
| 10 | Koszt jednostkowy drzwi | | C_{jed} | zł/m ² | | | |
| 11 | Koszt wymiany drzwi | | N_{ok} | zł | | | |
| 12 | Koszt modernizacji wentylacji | | N_{went} | zł | | | |
| 13 | Koszt całkowity | | N_U | zł | | | |
| 14 | Prosty czas zwrotu SPBT | | | lat | | | |

| TABELA 9. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH WYMIANY DRZWI | | |
|--|-----------------|-----------------|
| Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie | | Przedsięwzięcie |
| Podstawa przyjętych wartości N_u | | |
| Wybrany wariant: | Koszt wariantu: | SPBT = lat |

Nie przewiduje się wymiany drzwi

TABELA 10. KARTA OBLICZENIA MOCY I ENERGII DO PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Przedsięwzięcie modernizacyjne prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku

Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

| | System zaopatrzenia w c.w.u. | Jednostki | Stan istniejący | Stan po modernizacji |
|--|--|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| 1. | Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_w | $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{d}$ | 0,8 | 0,8 |
| 2. | Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f | m^2 | 10439,6 | 10439,6 |
| 3. | Obliczeniowa temperatura wody w zaworze θ_{CW} | $^{\circ}\text{C}$ | 55 | 55 |
| 4. | Temperatura wody przed podgrzaniem θ_0 | $^{\circ}\text{C}$ | 10 | 10 |
| 5. | Współczynnik korekcyjny k_R | | 0,55 | 0,55 |
| 6. | Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ | kWh/rok | 87811,9 | 87811,9 |
| 7. | Średnia roczna sprawność wytwarzania η_{Wg} | --- | 0,97 | 0,97 |
| 8. | Średnia roczna sprawność przesyłu η_{Wd} | --- | 0,93 | 0,93 |
| 9. | Średnia roczna sprawność akumulacji η_{Ws} | --- | 1 | 1 |
| 10. | Średnia roczna sprawność wykorzystania η_{We} | ---- | 1 | 1 |
| 11. | Średnia roczna sprawność całkowita η_{Wtot} | ---- | 0,9 | 0,9 |
| 12. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło | kWh/rok | 73982,5 | 73982,5 |
| 13. | końcowe Q_{KW} (energia elektryczna) | GJ/rok | 266,34 | 266,34 |
| 12a. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło | kWh/rok | 28651,8 | 28651,8 |
| 13a. | końcowe Q_{KW} (gaz) | GJ/rok | 99,61 | 99,61 |
| 14. | Sumaryczne roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe | kWh/rok | 102634,3 | 102634,3 |
| 15. | Q_{KW} | GJ/rok | 365,95 | 365,95 |
| Zapotrzebowanie na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej | | | | |
| 16. | Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW} | $\text{dm}^3/\text{os d}$ | 10 | 10 |
| 17. | Ilość użytkowników L | osób | 1500 | 1500 |
| 18. | Czas użytkowania c.w.u. τ | godz. | 5 | 5 |
| 19. | Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\text{sr}}$ | m^3/h | 3 | 3 |
| 20. | Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. N_h | --- | 3 | 3 |
| 21. | Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody Q_{CWjed} | kWh/ m^3 | 40,6 | 40,6 |

TABELA 10. KARTA OBLICZENIA MOCY I ENERGII DO PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Przedsięwzięcie modernizacyjne prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku

| | | | | |
|-----|---|-------|-------|-------|
| 22. | Współczynnik akumulacyjności φ | ---- | 1 | 1 |
| 23. | Współczynnik redukcji $\psi = 1 / ((N_h - 1) \cdot \phi + 1)$ | ----- | 0,333 | 0,333 |
| 24. | Maksymalna moc na potrzeby c.w.u. $q_{CW \max}$ | kW | 121,8 | 121,8 |
| 25. | Średnia moc na potrzeby c.w.u. $q_{CW \text{ śr}}$ | kW | 25,4 | 25,4 |

Nie przewiduje się modernizacji instalacji CWU

TABELA 11. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Ocena przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. w budynku

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | | |
|--|-----------------------|--------|
| 1. Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego | $Q_{KW} =$ | GJ/rok |
| 2. Średnia moc na potrzeby c.w.u. | $q_{CW \text{ śr}} =$ | MW |

Rozpatrywane są następujące usprawnienia instalacji c.w.u.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

| Lp. | | Jednostki | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| 1. | Średnia moc na potrzeby ciepłej wody użytkowej $q_{CW \text{ śr}}$ | MW | | | |
| 2. | Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q_{KW} | GJ/rok | | | |
| 3. | Roczna opłata zmienna za podgrzanie wody O_{Oz} | zł/rok | | | |
| 4. | Roczna opłata stała za moc O_{Om} | zł/rok | | | |
| 5. | Roczny abonament A_b | zł/rok | | | |
| 6. | Roczny koszt przygotowania c.w.u. O_{CW} | zł/rok | | | |
| 7. | Roczne oszczędności kosztów przygotowania c.w.u. ΔO_{rCW} | zł/rok | ----- | | |
| 8. | Koszt modernizacji instalacji c.w.u. N_{CW} | zł | | | |
| 9. | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | | | |
| 10. | Udział odnawialnych źródeł energii | % | | | |

| TABELA 11. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ | |
|---|---------------------------------|
| Ocena przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. w budynku | |
| Podstawa przyjętych wartości N_{CW} | |
| Koszt modernizacji N_{CW} = zł | SPBT = lat |

Nie przewiduje się modernizacji instalacji CWU

**TABELA 12. KARTA ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH
CENTRALNEGO OGRZEWANIA**

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} = 692 \text{ kW}$ |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie ciepła | $Q_{Hco} = 3002,52 \text{ GJ/rok}$ |

Instalacja c.o. - stan istniejący

- | | |
|--|---|
| 1. instalacja c.o.: instalacja centralna | stan techniczny: zły, zawory tradycyjne niesprawne brak regulacji , częste awarie (przecieki , nieszczelności na łączeniu żeberek , korozja instalacji c.o. , rury stalowe skorodowane |
| 2. parametry pracy instalacji: 80/60 | |
| 3. węzeł cieplny (obsługujący budynki A,B,C i hala sportowa) | stan techniczny: węzeł starego typu, stan średni |
| 4. grzejniki: typ: żebkowe/płytkowe/Faviera | ilość: ~300 stan techniczny: zły |
| 5. zawory termostaticzne: uszkodzone | |
| 6. zawory podpionowe: brak | |
| 7. automatyka z regulacją pogodowa | |
| 8. modernizacja instalacji: brak | data: n/d |

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

| Lp | Opis usprawnienia | Ilość | Cena jednostkowa | Koszt |
|------------------|--|-------|------------------|---------------------|
| Wariant 1 | | | | |
| 1. | Przebudowa całej instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami, bez węzła cieplnego, oraz wykonanie wszelkich robót budowlanych niezbędnych przy realizacji przebudowy instalacji CO w tym rozkucia i odtworzenie posadzek, wykucia z murów instalacji, zamurowania bruzd, wykonanie przekuć, tynkowanie, szpachlowanie i malowanie w miejscach zamurowań, | ~300 | 2794,70 | 838409,89 PLN netto |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |
| Wariant 2 | | | | |
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |

| Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją | | | | | |
|--|---|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Lp . | | Współczynniki sprawności | | | |
| | | Stan istniejący | | Wariant 1 | Wariant 2 |
| 1. | Średnia sezonowa sprawność wytwarzania | η_{Hg} | 0,95 | 0,95 | x |
| 2. | Średnia sezonowa sprawność przesyłu | η_{Hd} | 0,8 | 0,8 | x |
| 3. | Średnia sezonowa sprawność akumulacji | η_{Hs} | 0,75 | 0,93 | x |
| 4. | Średnia sezonowa sprawność regulacji | η_{He} | 1 | 1 | x |
| 5. | Średnia sezonowa sprawność całkowita | η_{Htot} | 0,57 | 0,71 | x |
| 6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia | W_t | 1 | 1 | x |
| 7. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników | W_d | 1 | 1 | x |
| 12.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania | | | | | |
| Lp . | | Jednostki | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. q_{CO} | MW | 0,692 | 0,692 | x |
| 2. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania | GJ/rok | 1658,57 | 1658,01 | x |
| 3. | Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Htot} | ---- | 0,57 | 0,71 | x |
| 4. | Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu Q_{CO} | GJ/rok | 2834,20 | 2345,80 | x |
| 5. | Roczna opłata zmienna za zużyte ciepło O_{COz} | zł/rok | 237704 | 196742,1 | x |
| 6. | Roczna opłata stała za moc O_{COm} | zł/rok | 30723,47 | 30723,47 | x |
| 7. | Roczny abonament A_b | zł/rok | 60963,55 | 50458,12 | x |
| 8. | Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym O_{CO} | zł/rok | 329391 | 277923,7 | x |
| 9. | Roczne oszczędności kosztów ogrzewania ΔO_{rCO} | zł/rok | ----- | 51467,34 | x |
| 10. | Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_{CO} | zł | ----- | 838409,89 | x |
| 11. | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | ----- | 16,29 | x |
| 12. | Udział odnawialnych źródeł energii | % | 0 | 0 | x |

TABELA 13. MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Rozpatrywane są dwa warianty modernizacji systemu oświetlenia: system świetlówkowy i system za pomocą LED. Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2022-01

Dane do oceny - stan istniejący

- powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia

$$A_L = 10439,6 \text{ m}^2$$

- system oświetlenia wbudowanego: stare świetlówki

Opis modernizacji:

Wariant I

Wariant II

| | | Jednostki | Stan istniejący | System oświetlenia po modernizacji | |
|-----|---|------------------------|-----------------|------------------------------------|------------|
| | | | | Wariant I | Wariant II |
| 1. | Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N | W/m ² | 20 | 6 | x |
| 2. | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D | h | 1800 | 1800 | x |
| 3. | Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N | h | 200 | 200 | x |
| 4. | Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C | ---- | 1 | 1 | x |
| 5. | Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O | ---- | 1 | 1 | x |
| 6. | Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D | ----- | 1 | 1 | x |
| 7. | Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI | kWh/m ² rok | 40 | 12 | x |
| 8. | Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_f \cdot LENI$ | kWh/rok | 417584 | 125275,2 | x |
| 9. | Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{KL} | kWh/rok | ----- | 292308,9 | x |
| 10. | Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed} | zł/kWh | 1,08 | 1,08 | x |
| 11. | Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K | zł/rok | 450990,72 | 135297,2 | x |
| 12. | Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K | zł/rok | ----- | 315693,5 | x |
| 13. | Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U PLN netto | zł | ----- | 345988,41 | |
| 14. | Prosty czas zwrotu $SPBT$ | lat | ---- | 1,1 | |
| 15. | Udział odnawialnych źródeł energii | % | 0 | 3,2 | |

TABELA 13. MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Dodatkowe informacje:

TABELA 13.1 MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

| Stan istniejący | | | Stan po modernizacji (opis modernizacji) | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Ilość [szt.] | Moc jednostkowa oprawy [W] | Łącznie moc zainstalowana [W] | Ilość [szt.] | Moc jednostkowa oprawy [W] | Łącznie moc zainstalowana [W] | Koszt jednos- tko-wy [zł] | Łączny koszt urządzeń [zł] | Dane techniczne i wycena |
| 600 | 80 | 48000 | 600 | 6 | 3600 | 590 | 345988, 41 netto | <u>Oświetlenie LED</u> |
| | | | | | | | | |
| Razem | | 48000 | 600 | 6 | 3600 | 590 | 345988, 41 netto | <u>Oświetlenie LED</u> |

| TABELA 14. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU KLIMATYZACJI | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|-----------|-----------|
| Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu klimatyzacji | | | | | |
| Dane do obliczeń - stan istniejący | | | | | |
| 1. zapotrzebowanie mocy do chłodzenia budynku | | $q_{Hco} =$ | kW (MW) | | |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie na energię chłodu | | $Q_{Hco} =$ | GJ/rok | | |
| Instalacja klimatyzacji. - stan istniejący | | | | | |
| 1. instalacja chłodu instalacja | | stan techniczny: | | | |
| 2. Rodzaj systemu chłodzenia: bezpośrednie zdecentralizowane/ bezpośrednie zdecentralizowane/ System chłodzenia z cieczą pośredniczącą | | | | | |
| 3. parametry pracy instalacji:..... | | | | | |
| 4. źródło chłodu:..... | | stan techniczny: | | | |
| 5. klimatyzatory: typ..... | | ilość:..... | stan techniczny: | | |
| 6. automatyka z regulacją:..... | | | | | |
| 7. modernizacja instalacji: | | data: | | | |
| Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu klimatyzacji | | | | | |
| Lp | Opis usprawnienia | Ilość | Cena jednostkowa | Koszt | |
| Wariant 1 | | | | | |
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |
| 5. | | | | | |
| 6. | | | | | |
| Wariant 2 | | | | | |
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |
| 5. | | | | | |
| 6. | | | | | |
| Zestawienie współczynników sprawności systemu klimatyzacji związanych z modernizacją | | | | | |
| Lp | Współczynniki sprawności | | | | |
| | | | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
| 1. | Średnia sezonowa sprawność wytwarzania | η_{Cg} | | | |
| 2. | Średnia sezonowa sprawność przesyłu | η_{Cd} | | | |
| 3. | Średnia sezonowa sprawność akumulacji | η_{Cs} | | | |

| | | | | | |
|--|---|---------------|-----------------|-----------|-----------|
| 4. | Średnia sezonowa sprawność regulacji | η_{Ce} | | | |
| 5. | Średnia sezonowa sprawność całkowita | η_{Ctot} | | | |
| 14.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu klimatyzacji | | | | | |
| Lp . | | Jednostk i | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
| 1. | Obliczeniowa moc cieplna instalacji chłodzenia q_c | MW | | | |
| 2. | Roczne zapotrzebowanie na chłód na potrzeby instalacji chłodzenia. w standardowym sezonie chłodniczym bez uwzględnienia sprawności systemu chłodzenia | GJ/rok | | | |
| 3. | Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Ctot} | ---- | | | |
| 4. | Sezonowe zapotrzebowanie na energię na potrzeby instalacji chłodzenia z uwzględnieniem sprawności systemu Q_c | GJ/rok | | | |
| 5. | Roczna opłata zmienna za energię stosowaną do wytworzenia chłodu O_{Cz} | zł/rok | | | |
| 6. | Roczna opłata stała za moc O_{Cm} | zł/rok | | | |
| 7. | Roczny abonament A_b | zł/rok | | | |
| 8. | Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym O_c | zł/rok | | | |
| 9. | Roczne oszczędności kosztów ogrzewania ΔO_{rC} | zł/rok | ----- | | |
| 10 . | Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_c | zł | ----- | | |
| 11 . | Prosty czas zwrotu SPBT | lat | ----- | | |

Nie przewiduje się modernizacji instalacji klimatyzacji

TABELA 15. ZESTAWIENIE OPTIMALNYCH USPRAWNIEN MODERNIZACYJNYCH

(zestawienie wybranych wariantów we wszystkich obszarach opracowywanych dla projektu, w tym: zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, modernizacji systemu przygotowania c.w.u., modernizacji systemu ogrzewania, modernizacji systemu oświetlenia uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT)

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego* | Planowane koszty robót zł | SPBT |
|-----|---|---------------------------|-----------|
| 1. | Wymiana lamp (ok. 20% wszystkich lamp w szkole) na lampy LED | 345988,41 netto | 1,10 |
| 2. | Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49 kWp na dachu budynków, wraz z montażem konstrukcji wsporczej stalowej lub aluminiowej wraz z dostawą i montażem 2 magazynów energii o pojemności 49 kWh łącznie w pomieszczeniu byłej wymiennikowni ciepła oraz dostosowanie pomieszczenia byłej wymiennikowni ciepła na potrzeby zainstalowania 2 magazynów energii w tym wydzielenie pożarowe tego pomieszczenia w zakresie ścian i drzwi. Zostanie zastosowany system zarządzania energią. | 477494,63 netto | 12,67 |
| 3. | Przebudowa całej instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami, bez węzła ciepłego oraz wykonanie wszelkich robót budowlanych niezbędnych przy realizacji przebudowy instalacji c.o. w tym rozkucia i odtworzenie posadzek, wykucia z murów instalacji, zamurowania bruzd, wykonanie przekuć, tynkowanie, szpachlowanie i malowanie w miejscach zamurowań, | 838409,89 netto | 16,29 |
| 4. | Montaż instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w istniejącym budynku szkolnym | 11840000 netto | 95,65 |
| 5. | Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej i termicznej ścian fundamentowych segmentów A, B, C celem redukcji mostków termicznych oraz niezbędnych robót ziemnych, demontażu i ponownego montażu nawierzchni utwardzonych oraz opaski wokół budynku w związku z izolacją przeciwwilgociową i termiczną | 858300,00 netto | 1023369,5 |

| | | | |
|----|----------------------|---------------|--|
| | ścian fundamentowych | | |
| 6. | Suma | 2520193 netto | |

3. Wyjaśnienia

Szkoła w pełni zdaje sobie sprawę z długoterminowych korzyści płynących z instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacji), zarówno pod względem energetycznym, zdrowotnym, jak i ekonomicznym. System taki znacząco ogranicza straty ciepła przez wentylację, poprawia komfort przebywania w pomieszczeniach dydaktycznych, redukuje stężenia CO₂ oraz wilgotność, a tym samym wpływa pozytywnie na koncentrację, samopoczucie i zdrowie uczniów oraz kadry nauczycielskiej. Analiza ekonomiczna wykazała, że planowana instalacja rekuperacji charakteryzuje się atrakcyjnym wskaźnikiem SPBT korzystniejszym niż dla innych analizowanych modernizacji, w tym dla ocieplenia fundamentów. Jednakże, pomimo wyraźnej atrakcyjności ekonomicznej wentylacji mechanicznej, zespół odpowiedzialny za planowanie modernizacji placówki przyjął priorytet wynikający z rzeczywistego zagrożenia eksploatacyjnego, jakie stanowi stan techniczny fundamentów. Konieczność pilnej modernizacji fundamentów. W ostatnich latach obserwuje się poważne problemy z permanentnym zawilgoceniem i przemarzaniem fundamentów oraz ścian przyziemia budynku, co wywołuje szereg negatywnych konsekwencji: Rozwijająca się wilgoć kapilarna i powierzchniowa wpływa na trwałość elementów konstrukcyjnych i obniża nośność materiałów budowlanych. Zimą dochodzi do cyklicznego przemarzania ścian fundamentowych, co powoduje degradację izolacji cieplnej oraz pękanie zaprawy i wypraw tynkarskich. Podchodzenie wody gruntowej do poziomu ław fundamentowych – zauważalne w okresach intensywnych opadów – rodzi ryzyko zalewania części piwnicznych i uszkodzeń warstwy hydroizolacyjnej. Stała wilgoć sprzyja rozwojowi pleśni, grzybów oraz degradacji materiałów wykończeniowych wewnątrz pomieszczeń piwnicznych, co ma bezpośredni wpływ na zdrowie ludzi. Z punktu widzenia inżynierskiego, dalsze ignorowanie problemów z fundamentami może prowadzić do poważnych konsekwencji statycznych i sanitarnych, a w dalszej perspektywie – do wyłączenia części budynku z użytkowania (skrajny przypadek). Jest to uzasadniony kompromis inwestycyjny, choć modernizacja wentylacji przyniosłaby szybszy efekt ekonomiczny, jej odłożenie w czasie nie powoduje bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa użytkowników ani trwałości obiektu. Oznacza to, że inwestycję tę można zrealizować na etapie kolejnych zadań modernizacyjnych, zwłaszcza że jej wdrożenie wymaga także przekształceń przestrzennych (np. sufitów podwieszanych, zabudowy kanałów), które będzie można łatwiej wykonać w późniejszym etapie – już po zakończeniu prac fundamentowych. Tymczasem remont fundamentów jest niezbędny i pilny, niezależnie od jego niskiej rentowności finansowej. Kierownictwo szkoły traktuje tę inwestycję jako działanie zabezpieczające integralność techniczną budynku i eliminujące ryzyka zdrowotne, które mają pierwszeństwo przed dalszymi inwestycjami energooszczędnymi. Szkoła nie rezygnuje z zamiaru wdrożenia systemu wentylacji mechanicznej – dostrzega jego walory i planuje jego realizację w przyszłości. Niemniej, z pełną odpowiedzialnością i świadomością konieczności zachowania bezpieczeństwa, trwałości i higieny budynku, w pierwszej kolejności podejmuje niezbędne prace związane z fundamentami, uznając je za inwestycję ochronną i prewencyjną wobec poważniejszych uszkodzeń konstrukcyjnych.

W niniejszym audycie energetycznym pierwotnie przyjęto wskaźniki odbiegające od sprawności systemów technicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków (Dz.U. 2015 poz. 376). Rozporządzenie to obowiązuje od ponad 9 lat (stan na czerwiec 2025 r.). Choć wskaźniki zawarte w rozporządzeniu mają charakter referencyjny i mogą być stosowane w przypadkach braku danych szczegółowych dla analizowanego budynku, należy zauważyć, że w ciągu ostatnich lat

technologia systemów grzewczych, chłodniczych, wentylacyjnych oraz źródeł odnawialnych uległa znacznemu rozwojowi. Powszechne stało się stosowanie bardziej efektywnych urządzeń, jak np. dokładniejsze zawory termostaticzne czy lepsze materiały izolacyjne. Z tego względu zasadne byłoby rozważenie bardziej aktualnych i realistycznych wartości wskaźników sprawności, które lepiej odwzorowują stan techniki i efektywność energetyczną nowoczesnych instalacji. W praktyce często wykorzystuje się dane producentów, wyniki certyfikacji (np. Eurovent, EHPA, Solar Keymark) lub charakterystyki energetyczne urządzeń z kart produktu zgodnych z rozporządzeniem ErP. Jednak w celu eliminacji potencjalnych wątpliwości interpretacyjnych i zapewnienia zgodności z wymaganiami formalnymi, ostatecznie przyjęto wskaźniki sprawności dokładnie takie, jakie podano w obowiązującym rozporządzeniu z 2015 r.. Zabieg ten zapewnia pełną spójność z metodologią obowiązującą w zakresie świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych, niezależnie od tempa rozwoju techniki. Poniżej zestawienie przyjętych wskaźników, zgodnych z metodologią przed modernizacją i po modernizacji na podstawie programu Audytor OZC 7.0 Pro.

a) Przed modernizacją

| SYSTEM OGRZEWANIA ^{1,7)} | ELEMENTY SKŁADOWE SYSTEMU | OPIS | ŚREDNIA SEZONOWA SPRAWNOŚĆ |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|
| | WYTWARZANIE CIEPŁA | WĘZEL CIEPLNY KOMPAKTOWY - bez obudowy - powyżej 300 kW | 0,95 |
| | PRZESYL CIEPŁA | OGRZEWANIE CENTRALNE WODNE - z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku - bez izolacji na przewodach, armaturze i urządzeniach - w pomieszczeniach nieogrzewanych | 0,80 |
| | AKUMULACJA CIEPŁA | BRAK ZASOBNIKA BUFOROWEGO | 1,00 |
| | REGULACJA I WYKORZYSTANIE CIEPŁA | OGRZEWANIE WODNE - grzejniki członowe/płytowe - regulacja centralna - bez regulacji automatycznej miejscowej | 0,77 |

b) Po modernizacji

| SYSTEM OGRZEWANIA ^{1,7)} | ELEMENTY SKŁADOWE SYSTEMU | OPIS | ŚREDNIA SEZONOWA SPRAWNOŚĆ |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|
| | WYTWARZANIE CIEPŁA | WĘZEL CIEPLNY KOMPAKTOWY - bez obudowy - powyżej 300 kW | 0,95 |
| | PRZESYL CIEPŁA | OGRZEWANIE CENTRALNE WODNE - z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku - bez izolacji na przewodach, armaturze i urządzeniach - w pomieszczeniach nieogrzewanych | 0,80 |
| | AKUMULACJA CIEPŁA | BRAK ZASOBNIKA BUFOROWEGO | 1,00 |
| | REGULACJA I WYKORZYSTANIE CIEPŁA | OGRZEWANIE WODNE - grzejniki członowe/płytowe - z regulacją centralną i miejscową - z zaworem termostaticznym o działaniu PI - z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą | 0,93 |

Należy też się odnieść do stanu istniejącego instalacji CO – poświadczonej przez technika szkoły - instalacja centralnego ogrzewania w budynku szkoły oparta jest na tradycyjnych grzejnikach żeliwnych typu członowego (tzw. "żeberka"), pochodzących z lat 60. XX wieku. Zarówno same grzejniki, jak i elementy sieci rozprowadzającej ciepło (przewody stalowe, połączenia, armatura), znajdują się obecnie w znacznym stopniu zużycia technicznego. Grzejniki żeliwne – problemy eksploatacyjne - brak sprawnych zaworów termostaticznych lub ich całkowity brak – instalacja wyposażona jest w stare zawory grzejnikowe, które w wielu przypadkach: nie działają w ogóle, są zablokowane w pozycji otwartej, przeciekają lub posiadają zużytą uszczelkę trzpienia. Brak jakiejkolwiek regulacji lokalnej temperatury w pomieszczeniach powoduje: przegrzewanie pomieszczeń w okresach przejściowych, konieczność otwierania okien celem chłodzenia sal, wzrost strat energii cieplnej i znaczące pogorszenie komfortu cieplnego. Usterki mechaniczne grzejników: częste przecieki na łączeniach żeberek (problemy z uszczelnieniem kielichów),korozja zewnętrzna i wewnętrzna, podatność na "zarastanie" kamieniem kotłowym przy długotrwałej eksploatacji bez odpowiedniego uzdatniania wody. Rury stalowe z widoczną korozją: zewnętrzna korozja na przewodach nieocieplonych, biegnących w pomieszczeniach nieogrzewanych i piwnicach, osłabiona grubość ścianki powodująca zwiększone ryzyko awarii. Brak równoważenia hydraulicznego: układ nie posiada zaworów regulacyjnych ani równoważących, co skutkuje nierównomiernym rozkładem ciepła – część grzejników pozostaje letnia, inne przegrzewają przestrzeń. Sprawność systemu grzewczego znacząco obniżona – ze względu na straty cieplne w instalacji, brak regulacji i niekontrolowane zużycie. Zwiększone zużycie energii cieplnej – konieczność dostarczania większej ilości ciepła, by zrekompensować braki w regulacji i

nieszczelności. Brak komfortu cieplnego w salach lekcyjnych – uczniowie i nauczyciele odczuwają nadmierne ciepło lub niedogrzenie, zależnie od miejsca w budynku. Podniesione koszty konserwacji i awaryjności – naprawy "na bieżąco", w sytuacjach awaryjnych (np. wycieki, korozja grzejnika), podnoszą koszty utrzymania systemu. Stan techniczny instalacji grzewczej w szkole – oparty na grzejnikach żeliwnych z lat 60., starych zaworach i skorodowanej instalacji stalowej – uniemożliwia efektywną regulację temperatury i skutkuje niską sprawnością całego systemu CO. Brak elementarnej automatyki i liczne awarie przekładają się na nadmierne zużycie ciepła, wysokie koszty eksploatacyjne oraz pogorszenie komfortu nauczania. W związku z tym, modernizacja instalacji grzewczej jest nie tylko uzasadniona technicznie, ale też niezbędna z punktu widzenia racjonalizacji zużycia energii i jakości środowiska wewnętrznego w placówce oświatowej.

Zgodnie z metodyką wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku, możliwe jest uwzględnienie energii produkowanej z odnawialnych źródeł energii (OZE), w tym energii elektrycznej pochodzącej z instalacji fotowoltaicznej, w bilansie energetycznym budynku. Energia ta może zostać wykorzystana na pokrycie części zapotrzebowania na energię końcową, o ile zużycie energii występuje w tym samym miejscu, w którym następuje jej produkcja (autokonsumpcja). W przedmiotowym przypadku instalacja fotowoltaiczna została zaprojektowana i/lub zainstalowana w sposób umożliwiający bezpośrednie wykorzystanie wytwarzanej energii elektrycznej na potrzeby obiektu. Zgodnie z obliczeniami wykonanymi w ramach charakterystyki energetycznej, część energii z fotowoltaiki pokrywa zapotrzebowanie na funkcjonowanie systemów pomocniczych budynku, tj.: napęd pomp w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej czy chłodzenia, pracę wentylatorów w układach wentylacji mechanicznej lub klimatyzacji, światlenie ogólne i techniczne (wewnętrzne i zewnętrzne). Powyższe elementy infrastruktury technicznej pracują w sposób ciągły lub cykliczny w ciągu dnia, co pokrywa się z okresem produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną (szczególnie w sezonie wiosenno-letnim). Dzięki temu można z wysokim prawdopodobieństwem założyć, że znaczna część energii zużywanej przez te odbiory jest równoważona przez energię wytwarzaną lokalnie z PV, co znajduje odzwierciedlenie w obliczeniach wskaźników energii końcowej, użytkowej oraz pierwotnej budynku. W efekcie, uwzględnienie energii z PV jako bilansującej zapotrzebowanie na energię pomocniczą jest uzasadnione technicznie, zgodne z obowiązującym rozporządzeniem oraz przyczynia się do poprawy wskaźników efektywności energetycznej analizowanego obiektu.

W związku z czym, przy zastosowaniu instalacji PV, przemnożenie danej energii końcowej przez wartość 2,5 nie da właściwego wyniku, ponieważ część energii została pokryta przez instalację fotowoltaiczną, dla której wskaźnik w_i wynosi 0.

TABELA 16. ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTYMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU

| Wybór optymalnego wariantu obejmuje: | | | | | | | | |
|---|---|-------------|--|--|--|--|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych wskazanie optymalnego wariantu do realizacji | | | | | | | | |
| Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych | | | | | | | | |
| | Przedsięwzięcie modernizacyjne | W1, ..., Wn | | | | | | |
| | | W1 | | | | | | |
| 1. | Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej i termicznej ścian fundamentowych segmentów A, B, C celem redukcji mostków termicznych oraz niezbędnych robót ziemnych, demontażu i ponownego montażu nawierzchni utwardzonych oraz opaski wokół budynku w związku z izolacją przeciwwilgociową i termiczną ścian fundamentowych | x | | | | | | |
| 2. | Wymiana lamp (ok. 20% wszystkich lamp w szkole) na lampy LED | x | | | | | | |
| 3. | przebudowa całej instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami, bez węzła cieplnego oraz wykonanie wszelkich robót budowlanych niezbędnych przy realizacji przebudowy instalacji c.o. w tym rozkucia i odtworzenie posadzek, wykucia z murów instalacji, zamurowania bruzd, wykonanie przekuć, tynkowanie, szpachlowanie i malowanie w miejscach zamurowań, | x | | | | | | |
| 4. | Montaż instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w istniejącym budynku szkolnym | | | | | | | |
| 5. | Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49 kWp na dachu budynków, wraz z montażem konstrukcji wsporczej stalowej lub aluminiowej wraz z dostawą i montażem 2 magazynów energii o pojemności 49 kWh łącznie w pomieszczeniu byłej wymiennikowni ciepła oraz dostosowanie pomieszczenia byłej wymiennikowni ciepła na potrzeby zainstalowania 2 magazynów energii w tym wydzielenie pożarowe tego pomieszczenia w zakresie ścian i drzwi. Zostanie zastosowany system zarządzania energią. | x | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| Planowane koszty całkowite zł | 2520192,93 PLN netto | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|-----------|--|--|--|--|--|--|
| Roczna oszczędność kosztów energii zł/rok | 367162,98 | | | | | | |
| Oszczędność zapotrzebowania na energię % | 42,4 | | | | | | |

TABELA 17. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku: Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej i termicznej ścian fundamentowych segmentów A, B, C celem redukcji mostków termicznych oraz niezbędnych robót ziemnych, demontażu i ponownego montażu nawierzchni utwardzonych oraz opaski wokół budynku w związku z izolacją przeciwwilgociową i termiczną ścian fundamentowych, Wymiana lamp (ok. 20% wszystkich lamp w szkole) na lampy LED. Przebudowa całej instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami, bez węzła cieplnego oraz wykonanie wszelkich robót budowlanych niezbędnych przy realizacji przebudowy instalacji c.o., w tym rozkucia i odtworzenie posadzek, wykucia z murów instalacji, zamurowania bruzd, wykonanie przekuć, tynkowanie, szpachlowanie i malowanie w miejscach zamurowań,- Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49 kWp na dachu budynków, wraz z montażem konstrukcji wsporczej stalowej lub aluminiowej wraz z dostawą i montażem 2 magazynów energii o pojemności 49 kWh łącznie w pomieszczeniu byłej wymiennikowni ciepła oraz dostosowanie pomieszczenia byłej wymiennikowni ciepła na potrzeby zainstalowania 2 magazynów energii w tym wydzielenie pożarowe tego pomieszczenia w zakresie ścian i drzwi. Zostanie zastosowany system zarządzania energią.

16.1 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:
Wykonanie w/w prac.

4. Wykaz załączników

Zał. 1 Uproszczona dokumentacja techniczna na potrzeby audytu: plan sytuacyjny budynku, rzuty budynku, zdjęcia elewacji, dokumentacja fotograficzna przedstawiająca szczegółowo stan techniczny budynku.

Zał. 2 Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruki z programu komputerowego (przed modernizacją).

Zał. 3 Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruki z programu komputerowego (po modernizacji).

Zał. 4 Zestawienie wyników obliczeń komputerowych zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów modernizacyjnych, w tym obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby systemu chłodzenia.

5. Zestawienia zbiorcze

| 1. Wykaz audytów opracowanych dla obiektów będących przedmiotem projektu | | |
|--|---|---|
| Lp. | Nazwa budynku | Adres budynku |
| Budynek nr 1 | POWIATOWY ZESPÓŁ NR 2 SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH MISTRZOSTWA SPORTOWEGO I TECHNICZNYCH im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA | ul. Bema 8 kod: 32-600 miejscowość: Oświęcim powiat: oświęcimski województwo: małopolskie |

| 2. Roczne zużycie energii końcowej w budynkach publicznych [MWh/rok] | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|----------------|------------------------|------------------------------|
| | Wariant | Ogrzewani e+ wentylacja | Ciepła woda użytko wa | Chłodzi enie | Oświetle nie | Energia pomoc nicza | Inne np. PV | Suma (od 3 do 8) | Redukc ja zużycia % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Budynek nr 1 | przed moderniza cją | 877,170 | 101,655 | 3,214 | 417,584 | 19,092 | 0 | 1418,715 | 31,3 |
| | po moderniza cji | 726,038 | 101,655 | 3,214 | 125,275 | 19,090 | -28,873 | 975,272 | |
| Budynek nr 2 (jeśli dotyczy) | przed moderniza cją | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | po moderniza cji | x | x | x | x | x | x | x | |
| Budynek nr 3 (jeśli dotyczy) | przed moderniza cją | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | po moderniza cji | x | x | x | x | x | x | x | |
| Suma wartości energii dla wszystki ch budyńko w | przed moderniza cją | 877,170 | 101,655 | 3,214 | 417,584 | 19,092 | 0 | 1418,715 | x |
| | po moderniza cji | 726,038 | 101,655 | 3,214 | 125,275 | 19,090 | -28,873 | 975,272 | x |

| 3. Roczne zużycie energii pierwotnej w budynkach publicznych [MWh/rok] - wskaźnik rezultatu wymagany we wniosku o dofinansowanie | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------|---------|------------------------|------------------------------|
| | Wariant | Ogrzewa nie+ wentylacj a | Ciepła woda użytkow a | Chłodz enie | Oświetle nie | Energia pomoc nicza | Inne | Suma (od 3 do 8) | Reduk cja zużycia % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Budynek nr 1 | przed moderniza cją | 974,621 | 218,178 | 8,035 | 1043,960 | 47,730 | 0 | 2292,524 | 42,4 |
| | po moderniza cji | 805,453 | 217,5963 | 8,035 | 250,551 | 38,180 | -72,183 | 1319,815 | |
| Budynek nr 2 (jeśli dotyczy) | przed moderniza cją | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | po moderniza cji | x | x | x | x | x | x | x | |
| Budynek nr 3 (jeśli dotyczy) | przed moderniza cją | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | po moderniza cji | x | x | x | x | x | x | x | |
| Suma wartości energii dla wszystki ch budynków | przed moderniza cją | 974,621 | 218,178 | 8,035 | 1043,960 | 47,730 | 0 | 2292,524 | x |
| | po moderniza cji | 805,453 | 217,5963 | 8,035 | 250,551 | 38,180 | -72,183 | 1319,815 | x |
| Ważne !!! Kolumna nr 9 – redukcja zużycia energii pierwotnej musi wynosić minimum 30% dla każdego budynku ODDZIELNIE (nie jako średnia z budynków w projekcie). Jest to warunek dostępowy dla projektów termomodernizacyjnych. | | | | | | | | | |

| 4. Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej / Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej (jako energia końcowa) – wskaźniki rezultatu wymagane we wniosku o dofinansowanie | | | | |
|---|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--|
| | Rodzaj energii | Przed modernizacją [MWh/rok] | Po modernizacji [MWh/rok] | Zmniejszeni e zużycia [MWh/rok] (kol.3-4) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Budynek nr 1 | Zużycie energii elektrycznej | 501,348 | 209,039 | 292,309 |
| | Zużycie energii cieplnej | 895,0613 | 743,9293 | 151,132 |
| Budynek nr 2 (jeśli dotyczy) | Zużycie energii elektrycznej | x | x | x |
| | Zużycie energii cieplnej | x | x | x |

| | | | | |
|---|------------------------------|----------|----------|---------|
| Budynek nr 3 (jeśli dotyczy) | Zużycie energii elektrycznej | x | x | x |
| | Zużycie energii cieplnej | x | x | x |
| Sumaryczna ilość zaoszczędzonej energii na wszystkich budynkach | Zużycie energii elektrycznej | Σ | Σ | 292,309 |
| | Zużycie energii cieplnej | Σ | Σ | 151,132 |

| 5. Ilość wytworzonej energii elektrycznej ze źródeł OZE/ Ilość wytworzonej energii cieplnej ze źródeł OZE - wskaźnik rezultatu wymagany we wniosku o dofinansowanie | | | |
|--|-----------|-------------------------|----------------------|
| | jednostka | Stan przed modernizacją | Stan po modernizacji |
| Produkcja energii elektrycznej z OZE (PV), w tym na potrzeby: | MWh/rok | 0 | 28,873 |
| a) centralnego ogrzewania | MWh/rok | 0 | 0 |
| b) ciepłej wody użytkowej | MWh/rok | 0 | 0 |
| c) oświetlenie/energia pomocnicza | MWh/rok | 0 | 28,873 |
| Produkcja energii cieplnej z OZE | MWh/rok | 0 | 0 |
| | | | |

6. Efekt ekologiczny realizacji projektu – szacowana emisji gazów cieplarnianych (CO₂) – wskaźnik rezultatu wymagany we wniosku o dofinansowanie oraz kryteriach oceny projektów.

| | Przed modernizacją [ton równoważnika CO ₂ /rok] | Po modernizacji [ton równoważnika CO ₂ /rok] | Zmniejszenie emisji [ton równoważnika CO ₂ /rok] (kol.2-3) | Redukcja % |
|---|---|--|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Budynek nr 1 | 803,849 | 417,584 | 386,265 | 48,05 |
| Budynek nr 2 | | | | |
| Budynek nr 3 | | | | |
| Sumaryczna redukcja emisji na wszystkich budynkach | | | | |
| | | | | |
| | | | 386,265 | 48,05 |

| Parametr | Przed [kg/rok] | Po [kg/rok] | Redukcja [kg] | Redukcja [%] |
|----------|----------------|-------------|---------------|--------------|
| PM10 | 104,55 | 80,66 | 23,89 | 22,85 |
| PM2.5 | 63,73 | 48,82 | 14,91 | 23,39 |

7. Współczynniki przeliczeniowe dla jednostek energii – materiał pomocniczy

| Jednostka energii | GJ | MWh | toe* |
|-----------------------------------|--------|---------|---------|
| 1 GJ ciepła | 1 | 0,27778 | 0,02388 |
| 1 MWh energii elektrycznej | 3,6 | 1 | 0,08598 |
| 1 toe | 41,868 | 11,630 | 1 |

* toe - tona oleju ekwiwalentnego - ustawa o efektywności energetycznej [3] definiuje tonę oleju ekwiwalentnego, jako równoważnik jednej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 41 868 kJ/kg. Rozporządzenie [4] wydane do tej ustawy podaje tabele dla przeliczenia toe na inne jednostki (tabela powyżej).

8.1 PODSUMOWANIE DOTYCZĄCE WYKORZYSTANIA ENERGII ODNAWIANEJ W BUDYNKUwyniki dla energii elektrycznej – jeśli dotyczy

- wskaźnik rezultatu wymagany we wniosku o dofinansowanie

Moc projektowanej instalacji: 0,049 MW

| miesiące | zapotrzebowanie budynku na energię [MWh] | produkcja z instalacji OZE [MWh] | udział OZE w zapotrzebowaniu na energię budynku [%] | nadwyżka produkcji energii z OZE [MWh] | nadwyżka produkcji energii z OZE [%] |
|----------|--|----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| I | 23790 | 1489 | 6,26 | 0 | 0 |
| II | 21807,5 | 1861,25 | 8,53 | 0 | 0 |
| III | 19825 | 2978 | 15,02 | 0 | 0 |
| IV | 17842,5 | 4467 | 25,04 | 0 | 0 |
| V | 17842,5 | 5211,5 | 29,21 | 0 | 0 |
| VI | 17842,5 | 5211,5 | 29,21 | 0 | 0 |
| VII | 11895 | 4839,25 | 40,68 | 0 | 0 |
| VIII | 11895 | 4094,75 | 34,42 | 0 | 0 |
| IX | 17842,5 | 3350,25 | 18,78 | 0 | 0 |
| X | 19825 | 2233,5 | 11,27 | 0 | 0 |
| XI | 21807,5 | 1116,75 | 5,12 | 0 | 0 |
| XII | 23790 | 372,25 | 1,56 | 0 | 0 |
| rocznie: | 226005 | 37225 | 16,47 | 0 | 0 |

TABELA 9.1 TABELA BILANS ENERGII CIEPLNEJ Z KOGENERACJI

| miesiące | zapotrzebowanie budynku na energię cieplną [MWh] | energia cieplna na potrzeby agregatu chłodniczego [MWh] | produkcja z układu kogeneracji i [MWh] | udział kogeneracji w zapotrzebowaniu na energię budynku [%] | nadwyżka produkcji energii cieplnej z kogeneracji i [MWh] | nadwyżka produkcji energii cieplnej z kogeneracji i [%] |
|----------|--|---|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I | | | | | | |
| II | | | | | | |
| III | | | | | | |
| IV | | | | | | |
| V | | | | | | |
| VI | | | | | | |
| VII | | | | | | |
| VIII | | | | | | |
| IX | | | | | | |
| X | | | | | | |
| XI | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|
| XII | | | | | | |
| rocznie: | | | | | | |

TABELA 9.2. TABELA BILANS ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z KOGENERACJI

| miesiące | zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną [MWh] | energia elektryczna zaoszczędzona na chłodzeniu [MWh] | produkcja z układu kogeneracji [MWh] | udział kogeneracji w zapotrzebowaniu na energię budynku [%] | nadwyżka produkcji energii elek. z kogeneracji [MWh] | nadwyżka produkcji energii elek. z kogeneracji [%] |
|----------|--|---|--------------------------------------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I | | | | | | |
| II | | | | | | |
| III | | | | | | |
| IV | | | | | | |
| V | | | | | | |
| VI | | | | | | |
| VII | | | | | | |
| VIII | | | | | | |
| IX | | | | | | |
| X | | | | | | |
| XI | | | | | | |
| XII | | | | | | |
| rocznie: | | | | | | |

Nie dotyczy

TABELA 9.3 TABELA BILANS ENERGII CHŁODNICZEJ Z TRIGENERACJI

| miesiące | zapotrzebowanie budynku na energię chłodu [MWh] | produkcja z układu trigeneracji [MWh] | udział trigeneracji w zapotrzebowani u na energię budynku [%] | nadwyżka produkcji energii chłodniczej z trigeneracji [MWh] | nadwyżka produkcji energii chłodniczej z trigeneracji [%] |
|----------|--|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| I | | | | | |
| II | | | | | |
| III | | | | | |
| IV | | | | | |
| V | | | | | |
| VI | | | | | |
| VII | | | | | |
| VIII | | | | | |
| IX | | | | | |
| X | | | | | |
| XI | | | | | |
| XII | | | | | |
| rocznie: | | | | | |

Nie dotyczy