

AUDYT ENERGETYCZNY

BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

BUDYNEK ZESPOŁU SZKÓŁ W SECEMINIE



Adres budynku:

ul. Koniecpolska 1
29-145 Secemin
Woj. Świętokrzyskie

Zamawiający:

Urząd Gminy Secemin
ul. Struga 2
29-145 Secemin

Wykonawca:

EKOD Sp. z o.o.
ul. Do Studzienki 31 B
80-227 Gdańsk

Grudzień 2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
|---|--|--|-----------------|
| 1.1 Rodzaj budynku | <i>Użyteczności publicznej</i> | 1.2 Rok budowy | 1960/1980 |
| 1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości) | Urząd Gminy w Seceminie | 1.4 Adres budynku | |
| | ul. Struga 2 29-145 Secemin PESEL: | ul. Koniecpolska 1 29-145 Secemin ŚWIĘTOKRZYSKIE | |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: | | | |
|  EKOD Sp. z o.o. ul. Do Studzienki 31 B 80-227 Gdańsk REGON: 364269177 | | | |
| 3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| Aleksander Borowski mgr. inż. Inżynierii Środowiska uprawnienia budowlane nr POM/0215/PWOS/14 | | | podpis |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | |
| 1 | Marcin Cząstkiewicz | Inwentaryzacja techniczno-budowlana | |
| 2 | Maria Kowaliszyn | Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło | |
| 5. Miejscowość: Gdańsk | | Data wykonania opracowania grudzień 2016 | |
| 6. Spis treści | | | |
| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego | | | |
| 2. Karta audytu energetycznego budynku | | | |
| 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych | | | |
| 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku | | | |
| 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych | | | |
| 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji | | | |
| 9. Opis zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku. | | | |
| 10. Opis zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku. | | | |
| Załącznik nr 1. - Dokumentacja techniczna budynku | | | |
| Załącznik nr 2. – Efekt ekologiczny | | | |

2. Karta audytu energetycznego budynku*

| 2.1. Dane ogólne | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|--|--|---|---|
| 2.1.1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | tradycyjna |
| 2.1.2. | Liczba kondygnacji | 4 | 4 |
| 2.1.3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 13781,49 | 13781,49 |
| 2.1.4. | Powierzchnia netto budynku [m ²] | 3713,16 | 3713,16 |
| 2.1.5. | Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²] | 0,00 | 0,00 |
| 2.1.6. | Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²] | 3639,48 | 3639,48 |
| 2.1.7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0,00 | 0,00 |
| 2.1.8. | Liczba osób użytkujących budynek | 360,00 | 360,00 |
| 2.1.9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | Centralne | Centralne |
| 2.1.10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | Centralne | Centralne |
| 2.1.11. | Współczynnik A/V [1/m] | 0,34 | 0,34 |
| 2.1.12. | Inne dane charakteryzujące budynek | --- | --- |
| 2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²·K) | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.2.1. | Ściany zewnętrzne | 0,80; 1,01; 1,15 | 0,19; 0,19; 0,18 |
| 2.2.2. | Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | 0,84 | 0,15 |
| 2.2.3. | Strop nad piwnicą | 1,30 | 1,30 |
| 2.2.4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | 2,70; 3,13 | 2,70; 3,13 |
| 2.2.5. | Okna, drzwi balkonowe | 1,80; 1,30; 2,70; 1,30; 2,50; 2,50; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 2,70; 1,30; 2,70; 2,70 | 1,80; 1,30; 0,90; 1,30; 1,10; 0,90; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 0,90; 1,30; 0,90; 0,90 |
| 2.2.6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | 1,70 | 1,70 |
| 2.2.7. | Ściany wewnętrzne | 1,04; 1,23; 0,82; 2,04; 1,01; 1,07; 1,46 | 1,04; 1,23; 0,82; 2,04; 1,01; 1,07; 1,46 |
| 2.2.8. | Stropy wewnętrzne | 1,30 | 1,30 |
| 2.2.9. | Stropy zewnętrzne | 1,41 | 1,41 |
| 2.2.10. | Drzwi wewnętrzne | 1,70 | 1,70 |
| 2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.3.1. | Sprawność wytwarzania | 0,820 | 0,820 |
| 2.3.2. | Sprawność przesyłu | 0,960 | 0,960 |
| 2.3.3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,770 | 0,880 |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| 2.3.4. | Sprawność akumulacji | 1,000 | 1,000 |
| 2.3.5. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia | 1,000 | 1,000 |
| 2.3.6. | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby | 1,000 | 1,000 |
| 2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.4.1. | Sprawność wytwarzania | 0,650 | 0,650 |
| 2.4.2. | Sprawność przesyłu | 0,600 | 0,600 |
| 2.4.3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 1,000 | 1,000 |
| 2.4.4. | Sprawność akumulacji | 0,620 | 0,620 |
| 2.5. Charakterystyka systemu wentylacji | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.5.1.1. | Rodzaj wentylacji | Wentylacja grawitacyjna | Wentylacja grawitacyjna |
| 2.5.1.2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka/kanały grawitacyjne | stolarka/kanały grawitacyjne |
| 2.5.1.3. | Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h] | 10324,39 | 9850,19 |
| 2.5.1.4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 0,75 | 0,71 |
| 2.6. Charakterystyka energetyczna budynku | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.6.1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 376,39 | 277,85 |
| 2.6.2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW] | 22,87 | 22,87 |
| 2.6.3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1961,84 | 1168,12 |
| 2.6.4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 3236,59 | 1686,24 |
| 2.6.5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 455,78 | 455,78 |
| 2.6.6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | --- | --- |
| 2.6.7. | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] | --- | --- |
| 2.6.8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 149,74 | 89,16 |
| 2.6.9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 247,03 | 128,70 |

| | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| 2.6.10** | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0,00 | 0,00 |
| 2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.7.1. | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ] | 23,15 | 23,15 |
| 2.7.2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)] | 0,00 | 0,00 |
| 2.7.3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³] | 112,30 | 112,30 |
| 2.7.4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)] | 0,00 | 0,00 |
| 2.7.5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)] | 1,68 | 0,80 |
| 2.7.6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 0,00 | 0,00 |
| 2.7.7. | Inne [zł] | 0,00 | 0,00 |
| 2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 601314,70 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 41,99 |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 641314,70 | Premia termomodernizacyjna [zł] | 71781,36 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 35890,68 | | |

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

*** Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

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, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

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 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty 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 ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.5

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa 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:

40000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

100000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

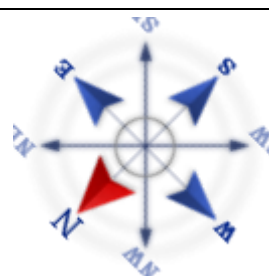
| | | |
|--|---|-------------------------|
| Konstrukcja/technologia budynku | - | tradycyjna |
| Kubatura budynku | - | 13976,01 m ³ |
| Kubatura ogrzewania | - | 13781,49 m ³ |
| Powierzchnia netto budynku | - | 3713,16 m ² |
| Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej | - | 0,00 m ² |
| Współczynnik kształtu | - | 0,34 m ⁻¹ |
| Powierzchnia zabudowy budynku | - | 1414,23 m ² |
| Ilość mieszkań | - | 0,00 |
| Ilość mieszkańców | - | 360,00 |

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Przedmiotem opracowania jest Audyt Energetyczny budynku Szkół w Seceminie. Jest to budynek częściowo podpiwniczony z dwoma kondygnacjami nadziemnymi oraz użytkowym poddaszem. Obiekt wybudowany w latach 1960, w latach 1980 budynek rozbudowano.

Stara część wykonana w technologii tradycyjnej z cegły pełnej, grubość ścian zewnętrznych 70 cm oraz 51 cm. Ściany wykończone tynkiem cementowo-wapiennym. Część nowa, na którą składa się część z halą sportową, wykonana z pustaka ceramicznego. Grubość ściany 45 cm, wykończona tynkiem cementowo – wapiennym. Budynek nieocieplony. Podłoga na gruncie oraz podłoga zagłębiona betonowa o grubości 40 cm. Stropy międzykondygnacyjne żelbetowe o grubości 24 cm. Budynek przykryty dachem, ocieplonym płytą wiórowo-cementową, wykończony tynkiem cementowo-wapiennym i papą asfaltową na starej części budynku, na nowej części - blachą. Okna zewnętrzne PCV w dobrym stanie technicznym. W toaletach oraz w pomieszczeniach części poddasza okna drewniane, charakteryzujące się nieszczelnościami, kwalifikowane do wymiany.

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

| | | |
|-------------------|--|-----------------------|
| Ściany zewnętrzne | 0,80; 1,01; 1,15 | W/(m ² •K) |
| Dach/stropodach | 0,84 | W/(m ² •K) |
| Strop piwnicy | 1,30 | W/(m ² •K) |
| Okna | 1,80; 1,30; 2,70; 1,30; 2,50; 2,50; 1,30; 1,30; 1,30; 1,30; 2,70; 1,30; 2,70; 2,70 | W/(m ² •K) |

| | | |
|--------------------|---|-----------------------|
| Drzwi/bramy | 1,70 | W/(m ² •K) |
| Okna połaciowe | --- | W/(m ² •K) |
| Ściany wewnętrzne | 1,04; 1,23; 0,82; 2,04; 1,01; 1,07; 1,46 | W/(m ² •K) |
| Podłogi na gruncie | 2,70; 3,13 | W/(m ² •K) |
| Stropy wewnętrzne | 1,30 | W/(m ² •K) |
| Stropy zewnętrzne | 1,41 | W/(m ² •K) |
| Drzwi wewnętrzne | 1,70 | W/(m ² •K) |

4.4. Taryfy i opłaty

| Ceny ciepła - c.o. | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|------------------------------|---------------------------|
| Opłata za 1 GJ na ogrzewanie | 23,15 zł/GJ | 23,15 zł/GJ |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie | 0,00 zł/(MW•m-c) | 0,00 zł/(MW•m-c) |
| Inne koszty, abonament | 0,00 zł/m-c | 0,00 zł/m-c |
| Ceny ciepła - c.w.u. | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| Opłata za 1 GJ | 23,15 zł/GJ | 23,15 zł/GJ |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. | 0,00 zł/(MW•m-c) | 0,00 zł/(MW•m-c) |
| Inne koszty, abonament | 0,00 zł/m-c | 0,00 zł/m-c |

Obliczenia opłaty za 1 GJ energii na ogrzewanie w przypadku ogrzewania indywidualnego

| Rodzaj paliwa | Cena jednostki paliwa | % udział źródła | Wartość opałowa | Cena za GJ | średnia ważona opłata za GJ |
|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------|-----------------------------|
| Paliwo – ekogroszek | 0,60zł | 100% | 0,026 GJ/kg | 23,15zł | 23,15 |
| Σ | | 100% | | | |

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

| | | |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| Wytwarzanie | Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny | $\eta_{H,g} = 0,820$ |
| Przesyłanie ciepła | C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej | $\eta_{H,d} = 0,960$ |
| Regulacja systemu grzewczego | Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej | $\eta_{H,e} = 0,770$ |
| Akumulacje ciepła | Brak zasobnika buforowego | $\eta_{H,s} = 1,000$ |
| Czas ogrzewania w okresie tygodnia | Liczba dni: 7 dni | $w_t = 1,000$ |
| Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby | Liczba godzin: Bez przerw | $w_d = 1,000$ |

| | | |
|--|--|---|
| Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$ | | 0,606 |
| Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu | ... | |
| Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r. | Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Wymiana kotłów na ekogorszek | wymagany próg oszczędności: 15% |
| Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie) | | --- MW |
| 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej | | |
| Wytwarzanie ciepła | Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej) | $\eta_{W,g} =$ 0,650 |
| Przesył ciepłej wody | Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30 | $\eta_{W,d} =$ 0,600 |
| Regulacja i wykorzystanie | --- | $\eta_{W,e} =$ 1,000 |
| Akumulacja ciepła | Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977-1995 | $\eta_{W,s} =$ 0,620 |
| Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$ | | 0,242 |
| Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa) | | --- MW |
| 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji | | |
| Rodzaj wentylacji | Wentylacja grawitacyjna | |
| Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza | stolarka/kanały grawitacyjne | |
| Strumień powietrza wentylacyjnego | 10324,39 | |
| Krotność wymian powietrza | 0,75 | |

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

| Rodzaj przegrody lub instalacji | Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy |
|---------------------------------|--|
| SZ45, zewnętrzna | Ściana zewnętrzna o grubości 45 cm z pustaka ceramicznego, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym, brak izolacji cieplnej. Przegroda nie spełnia aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} , należy ją docieplić. |
| SZ51, zewnętrzna | Ściana zewnętrzna murowana z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Brak izolacji cieplnej. Przegroda nie spełnia aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} , należy ją docieplić. |
| SZ70, zewnętrzna | Ściana zewnętrzna murowana z cegły pełnej o grubości 70 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Brak izolacji cieplnej. Przegroda nie spełnia aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} , należy ją docieplić. |
| SW15, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna murowana o grubości 15 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW30, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna murowana o grubości 30 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW30 pustak, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna z pustaka ceramicznego o grubości 30 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW40, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna murowana o grubości 40 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW 40 pustak, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna z pustaka ceramicznego o grubości 40 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW49, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna murowana o grubości 49 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| SW51, wewnętrzna | Ściana wewnętrzna murowana o grubości 51 cm, wykończona tynkiem cementowo-wapiennym. Nie przewiduje się modernizacji. |
| Strop, wewnętrzny | Strop wewnętrzny żelbetowy o grubości 24 cm. Nie przewiduje się modernizacji. |
| Podłoga na gruncie | Podłoga na gruncie betonowa o grubości 40 cm. Charakteryzuje się niewystarczającym wskaźnikiem przenikania ciepła U . Ze względu na trudności z pracami oraz koszty związane z poprawą współczynnika U , nie przewiduje się modernizacji przegrody. |
| Dach | Stropodach żelbetowy pełny o grubości 24 cm, ocieplony płytą wiórowo-cementową, wykończony tynkiem cementowo-wapiennym i papą asfaltową na starej części budynku, na nowej części - blachą. Przegroda nie spełnia aktualnych współczynników przenikania ciepła U . |
| Okna zewnętrzne drewniane | Okna zewnętrzne drewniane, charakteryzujące się nieszczelnością. Okna nie spełniają aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U . |
| Okna zewnętrzne PCV | Okna zewnętrzne PCV w dobrym stanie technicznym, wymieniane systematycznie od 10 lat. Nie przewiduje się termomodernizacji. |
| Okna połaciowe OP | Okna drewniane nieszczelne. Nie spełniają aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła U . |

| | |
|-----------------------------------|---|
| System grzewczy | Budynek ogrzewany centralnie przy pomocy istniejącego kotła dwufunkcyjnego na ekogroszek o mocy 300 kW o parametrach pracy 70/50°C. Istniejący kocioł zainstalowany po 1984 roku (rok produkcji 2013). Instalacja zabezpieczona naczyniem wzbiorczym. Przewody prowadzone po wierzchu przegród, izolowane w przestrzeni nieogrzewanej. Ogrzewanie wodne z grzejnikami żeliwnymi, brak zaworów termostatycznych. Instalacja c.o. nie była modernizowana. |
| Instalacja ciepłej wody użytkowej | Ciepła woda użytkowa wytwarzana w istniejącym kotle dwufunkcyjnym oraz miejscowo w podgrzewaczach elektrycznych. |

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

6.1.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ścianę zewnętrzną SZ51

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|----------------------------|
| Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Styropian EPS, $\lambda= 0,036$ [W/(m•K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 847,05m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 847,05m² | |
| Stopniodni: 3604,92 dzień•K/rok | $t_{wo}=$ 19,43 °C | $t_{zo}=$ -20,00 °C |

| | | Stan istniejący | Wariant numer | | |
|--|----------------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 23,15 | 23,15 | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament Ab | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 15 | 17 | 19 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 1,151 | 0,199 | 0,179 | 0,163 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 0,87 | 5,04 | 5,59 | 6,15 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 4,317 | 4,72 | 5,28 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 303,54 | 52,39 | 47,18 | 42,92 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0384 | 0,0066 | 0,0060 | 0,0054 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 5814,12 | 5934,63 | 6033,35 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 180,00 | 190,00 | 200,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 187537,04 | 197955,76 | 208374,49 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 32,26 | 33,36 | 34,54 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 187537,04 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 33,26 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Optymalny wariant obejmuje docieplenie ścian styropianem EPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,036 W/(m•K) i grubości min. 15 cm, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika U_{max} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.1.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez Dach

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---------------------|
| Modernizacja przegrody Dach | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Styropapa/wełna mineralna, $\lambda= 0,036$ [W/(m·K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 1639,03m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 1639,03m² | |
| Stopniodni: 3676,36 dzień·K/rok | $t_{wo}= 19,91$ °C | $t_{zo}= -20,00$ °C |

| | | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|-----------------|---------------|-------------|
| | | | Wariant 1 | Wariant 1.1 |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 23,15 | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW·m-c) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 20 | 22 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 0,842 | 0,148 | 0,137 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 1,19 | 6,74 | 7,30 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 5,56 | 6,11 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 438,43 | 77,21 | 71,33 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0551 | 0,0097 | 0,0090 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 8362,30 | 8498,35 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_j | zł/m ² | --- | 150,00 | 160,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 302400,87 | 322560,93 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 36,16 | 37,96 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 302400,87 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 36,16 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

Optymalny wariant obejmuje docieplenie stropodachu styropapą podwójnie laminowaną w części sali gimnastycznej i jadalni oraz matami z wełny mineralnej, dla których współczynnik przewodzenia ciepła nie będzie wyższy niż 0,036 W/(m·K), a grubość nie mniejsza niż 20 cm. Dla tych warunków zostanie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.1.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ścianę zewnętrzną SZ70

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---------------------|
| Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Styropian, $\lambda= 0,036$ [W/(m·K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 140,08m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 140,08m² | |
| Stopniodni: 3691,25 dzień·K/rok | $t_{wo}= 20,00$ °C | $t_{zo}= -20,00$ °C |

| | | Stan istniejący | Wariant numer | | |
|--|----------------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 23,15 | 23,15 | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW·m-c) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 15 | 17 | 19 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 1,014 | 0,194 | 0,175 | 0,160 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 0,99 | 5,15 | 5,71 | 6,26 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 4,17 | 4,72 | 5,28 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 45,32 | 8,67 | 7,83 | 7,13 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0057 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0009 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 848,41 | 867,95 | 884,02 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_j | zł/m ² | --- | 180,00 | 190,00 | 200,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 31014,42 | 32737,45 | 34460,47 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 36,56 | 37,72 | 38,98 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 31014,42 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 36,56 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Optymalny wariant obejmuje docieplenie ścian styropianem XPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,036 W/(m·K) i grubości minimum 15 cm. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.1.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ścianę zewnętrzną SZ45

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---------------------|
| Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Styropian, $\lambda= 0,036$ [W/(m·K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 239,85m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 239,85m² | |
| Stopniodni: 3691,25 dzień·K/rok | $t_{wo}= 20,00$ °C | $t_{zo}= -20,00$ °C |

| | | Stan istniejący | Wariant numer | | |
|--|----------------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 23,15 | 23,15 | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW·m-c) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 14 | 16 | 18 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 0,798 | 0,194 | 0,176 | 0,160 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 1,25 | 5,14 | 5,70 | 6,25 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 3,89 | 4,44 | 5,00 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 61,04 | 14,88 | 13,43 | 12,23 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0077 | 0,0019 | 0,0017 | 0,0015 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 1068,78 | 1102,36 | 1129,97 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_j | zł/m ² | --- | 170,00 | 180,00 | 190,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 50152,48 | 53102,63 | 56052,77 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 46,93 | 48,17 | 49,61 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 50152,48 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 46,93 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

Optymalny wariant obejmuje docieplenie ścian styropianem EPS o współczynniku przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,036 W/(m·K) i grubości 14 cm, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

6.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno O12

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody O12 | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 23,32 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 9,90 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 9,90 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 9,90 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3728,80 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|---------------|---------|
| | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 |
| Współczynnik a | | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,700 | 0,90 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 27,99 | 14,83 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0015 | 0,0005 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 304,56 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 650,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 7915,05 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 25,99 |

| |
|---|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7915,05 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 25,99 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U=0,90</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien drewnianych na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|---|

6.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno O9

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody O9 | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 372,24 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 6,00 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 6,00 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 6,00 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3728,80 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | | Stan istniejący | | Wariant numer | |
|--|----------------------|-----------------|--|---------------|--|
| | | | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | | 23,15 | |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | | 0,00 | |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | | 0,00 | |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | | 1,00 | |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | | 1,00 | |
| Współczynnik a | | --- | | --- | |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,700 | | 0,900 | |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 16,96 | | 8,99 | |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0075 | | 0,0027 | |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | | 184,58 | |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | | 650,00 | |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | | 4797,00 | |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | | 0,00 | |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | | 25,99 | |

| |
|---|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 4797,00 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 25,991 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien drewnianych na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|---|

6.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno O11

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody O11 | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 200,25 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 5,58 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 5,58 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 5,58 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3728,80 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|---------------|---------|
| | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 |
| Współczynnik a | | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,700 | 0,900 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 15,77 | 8,36 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0043 | 0,0016 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 171,66 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 650,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 4461,21 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 25,99 |

| |
|---|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 4461,21 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 25,99 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{max} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|---|

6.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno O4

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody O4 | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 216,77 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 19,25 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 19,25 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 19,25 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3678,65 dzień•K/rok $\theta_i = 19,77$ °C $\theta_e = -20,00$ °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|---------------|----------|
| | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 |
| Współczynnik a | | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,700 | 0,900 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 52,01 | 27,41 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0060 | 0,0022 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 569,37 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 650,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 15390,38 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 27,03 |

| |
|--|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 15390,38 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 27,03 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{max} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|--|

6.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno O13

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody O13 | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 516,28 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 7,36 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 7,36 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 7,36 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3728,80 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|---------------|---------|
| | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 |
| Współczynnik a | | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,500 | 0,900 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 20,34 | 11,03 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0102 | 0,0073 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 215,54 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 650,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 5886,88 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 27,31 |

| |
|--|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 5886,88 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 27,31 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|--|

6.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez okno połaciowe OP

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody OP | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 135,82 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 2,76 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 2,76 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 2,76 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3728,80 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|--|----------------------|---------------|---------|
| | | W1 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 23,15 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW•m-c) | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 |
| Współczynnik a | | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,500 | 1,100 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 7,63 | 4,31 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0028 | 0,0010 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 76,71 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 900,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 3056,65 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 39,85 |

| |
|--|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego:</p> <p>Koszt realizacji wariantu optymalnego: 2717,02 zł</p> <p>Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 37,43 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 1,10</p> <p>Informacje uzupełniające:</p> <p>Optymalny wariant obejmuje wymianę istniejących okien na okna spełniające wymaganą maksymalną wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych dla 2021 r. Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m² zgodnie z aktualnymi średnimi cenami rynkowymi.</p> |
|--|

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

| | | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
|---|---|-----------------|-----------|-----------|
| Ciepło właściwe wody c_w | [kJ/(kg·K)] | 4,18 | 4,18 | 4,18 |
| Gęstość wody ρ_w | [kg/m ³] | 1000 | 1000 | 1000 |
| Temperatura ciepłej wody θ_w | [°C] | 55 | 55 | 55 |
| Temperatura zimnej wody θ_o | [°C] | 10 | 10 | 10 |
| Współczynnik korekcyjny k_R | [-] | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f | [m ²] | 3639,48 | 3639,48 | 3639,48 |
| Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} | [dm ³ /(m ² ·doba)] | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Czas użytkowania τ | [h] | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h | [-] | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ | [-] | 0,65 | 3,00 | 0,99 |
| Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ | [-] | 0,60 | 0,70 | 1,00 |
| Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ | [-] | 0,62 | 0,84 | 1,00 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} | [GJ/rok] | 455,78 | 62,48 | 111,32 |
| Max moc cieplna q_{cwu} | [kW] | 22,87 | 22,87 | 22,87 |

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

| | | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 |
|--|---------|-----------------|-----------|-----------|
| Opłata za 1 GJ | [zł/GJ] | 23,15 | 0,43 | 138,90 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu | [zł/MW] | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | [zł] | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | [zł/a] | --- | 10524,35 | -4911,11 |
| Koszt modernizacji N_u | [zł] | --- | 691998,00 | 26445,00 |
| SPBT | [lat] | --- | 65,75 | -5,38 |

| | |
|--|--------------|
| Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr | 1 |
| Procentowe zmniejszenie zużycia jednostkowego | 0,00 |
| Procentowa poprawa sprawności źródła ciepła | -3,62 |
| Procentowa poprawa sprawności przesyłu | -0,17 |

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 polega na montażu kolektorów słonecznych na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz modernizacji instalacji c.w.u. i cyrkulacji. Wariant 2 polega na montażu elektrycznych podgrzewaczy przepływowych. Optymalnym wariantem jest wariant 1, jednak czas zwrotu inwestycji SPBT jest dość długi.

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|-----------------------------------|------------------|
| Instalacja kolektorów słonecznych | 676500,00 |
| Instalacja c.w.u. i cyrkulacji | 15498,00 |
| Suma: | 691998,00 |

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

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|--|--|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g | Montaż kolektorów słonecznych. |
| Ulepszenie sprawności przesyłu η_d | Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji. |
| Ulepszenie sprawności akumulacji η_s | Brak. |

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

| | Stan istniejący | Wariant 1 | Wariant 2 | Wariant 3 |
|--|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ] | 23,15 | 23,15 | 39,12 | 23,15 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament [zł] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ] | 1961,84 | | | |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW] | 0,3764 | | | |
| Sprawność systemu grzewczego | 0,606 | 0,693 | 0,718 | 0,707 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a] | --- | 9365,89 | -31951,27 | 10703,88 |
| Koszt modernizacji [zł] | --- | 13284,00 | 87084,00 | 110208,00 |
| SPBT [lat] | --- | 1,42 | -2,73 | 10,30 |

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 polega na montażu zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariant 2 polega na wymianie źródła ciepła na kocioł na pellet oraz montaż zaworów termostatycznych i podpionowych na istniejącej instalacji. Wariant 3 polega na wymianie grzejników żeliwnych na grzejniki płytowe oraz montażu zaworów termostatycznych i podpionowych. Wariantem optymalnym jest 1. Ze względu na dobry stan techniczny istniejącego źródła, jego wymiana na kocioł na biomasę nie byłaby uzasadniona ekonomicznie (Wariant nr 2) oraz wymiana istniejących grzejników (Wariant 3) nie poprawi sprawności całej instalacji.

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

| Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych | Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w^*) |
|--|--|
| Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$ | 0,820 |
| Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$ | 0,960 |
| Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$ | 0,880 |
| Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$ | 1,000 |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t | 1,000 |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d | 1,000 |
| Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$ | 0,693 |

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|--|-----------------|
| Montaż zaworów termostatycznych i zaworów podpionowych | 13284,00 |
| Suma: | 13284,00 |

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|--|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g | Brak. |
| Ulepszenie sprawności przesyłu η_d | Brak. |
| Ulepszenie sprawności regulacji η_e | Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych. |
| Ulepszenie sprawności akumulacji η_s | Brak. |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d | Brak. |

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

| Lp. | Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lat] |
|-----|--|-----------------------------|------------|
| 1. | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 zł | 25,99 |
| 2. | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 zł | 25,99 |
| 3. | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 zł | 25,99 |
| 4. | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 zł | 27,03 |
| 5. | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 zł | 27,31 |
| 6. | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 zł | 32,26 |
| 7. | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 zł | 36,16 |
| 8. | Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | 31014,42 zł | 36,56 |
| 9. | Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 3056,65 zł | 39,85 |
| 10. | Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna | 50152,48 zł | 46,93 |
| 11. | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 691998,00 zł | 65,75 |
| 12. | Audyt energetyczny | 5000,00 zł | --- |
| | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 | 1,42 |

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant 1 | | |
|-----------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 |
| 8 | Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | 31014,42 |
| 9 | Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 3056,65 |
| 10 | Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna | 50152,48 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| 11 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 691998,00 |
| 12 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 13 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1322893,97 |

| Wariant 2 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 |
| 8 | Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | 31014,42 |
| 9 | Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 3056,65 |
| 10 | Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna | 50152,48 |
| 11 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 12 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 630895,97 |

| Wariant 3 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 |
| 8 | Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | 31014,42 |
| 9 | Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 3056,65 |
| 10 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 11 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 580743,49 |

| Wariant 4 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 |
| 8 | Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna | 31014,42 |
| 9 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 10 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 577686,85 |

| Wariant 5 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja przegrody Dach | 302400,87 |
| 8 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 9 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 546672,42 |

| Wariant 6 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna | 187537,04 |
| 7 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |

| | | |
|-----------------|--------------------|-----------|
| 8 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 244271,55 |

| Wariant 7 | | |
|------------------|--|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 5886,88 |
| 6 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 7 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 56734,51 |

| Wariant 8 | | |
|------------------|--|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 15390,38 |
| 5 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 6 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 50847,64 |

| Wariant 9 | | |
|------------------|--|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |
| 3 | Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4461,21 |
| 4 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 5 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 35457,26 |

| Wariant 10 | | |
|-------------------|--|---------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 7915,05 |

| | | |
|-----------------|---------------------------------|----------|
| 3 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 4 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 30996,05 |

| Wariant 11 | | |
|-----------------|---|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna' | 4797,00 |
| 2 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 3 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 23081,00 |

| Wariant 12 | | |
|-----------------|---------------------------------|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja systemu grzewczego | 13284,00 |
| 2 | Audyt energetyczny | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 18284,00 |

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

| Wariant | sumaryczna strata ciepła budynku | roczne zapotrzebowanie energii budynku | średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych | powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych | kubatura pomieszczeń ogrzewanych | kubatura budynku | kubatura przestrzeni ogrzewanej | wskaźnik cieplny budynku | stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej |
|---------|----------------------------------|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| | [MW] | [GJ] | °C | m ² | m ³ | m ³ | m ³ | W/m ³ | 1/m |
| 0 | 0,3764 | 1961,84 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |
| 1 | 0,2785 | 1173,66 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 20,94 | 0,34 |
| 2 | 0,2785 | 1173,66 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 20,94 | 0,34 |
| 3 | 0,2843 | 1223,06 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 21,36 | 0,34 |
| 4 | 0,2848 | 1224,38 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 21,36 | 0,34 |
| 5 | 0,2894 | 1263,72 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 21,70 | 0,34 |
| 6 | 0,3348 | 1656,14 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 24,99 | 0,34 |
| 7 | 0,3666 | 1932,34 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |
| 8 | 0,3671 | 1936,50 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |
| 9 | 0,3703 | 1948,17 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |
| 10 | 0,3723 | 1951,72 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|-------|------|
| 11 | 0,3732 | 1958,02 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |
| 12 | 0,3764 | 1961,84 | 19,73 | 3639,48 | 13781,49 | 13976,01 | 13781,49 | 27,30 | 0,34 |

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant | $Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$ | $Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$ | $\eta_{0,1}$ | $W_{t0,1}$ | $W_{d0,1}$ | $Q_{0,1}$ | $O_{0,1}$ | ΔO | $\% \Delta O$ |
|---------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|---------------|
| - | GJ MW | GJ MW | - | - | - | GJ | zł | zł | % |
| 0 | 1961,84 0,3764 | 455,78 0,0229 | 0,61 | 1,00 | 1,00 | 3692,37 | 85478,35 | --- | --- |
| 1 | 1173,66 0,2785 | 62,48 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 1756,71 | 40667,88 | 44810,47 | 52,42 |
| 2 | 1173,66 0,2785 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 2150,01 | 49772,79 | 35705,56 | 41,77 |
| 3 | 1223,06 0,2843 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 2221,32 | 51423,57 | 34054,78 | 39,84 |
| 4 | 1224,38 0,2848 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 2223,23 | 51467,73 | 34010,62 | 39,79 |
| 5 | 1263,72 0,2894 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 2280,02 | 52782,37 | 32695,98 | 38,25 |
| 6 | 1656,14 0,3348 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 2846,49 | 65896,31 | 19582,04 | 22,91 |
| 7 | 1932,34 0,3666 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3245,21 | 75126,57 | 10351,78 | 12,11 |
| 8 | 1936,50 0,3671 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3251,22 | 75265,72 | 10212,63 | 11,95 |
| 9 | 1948,17 0,3703 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3268,06 | 75655,51 | 9822,84 | 11,49 |
| 10 | 1951,72 0,3723 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3273,18 | 75774,20 | 9704,15 | 11,35 |
| 11 | 1958,02 0,3732 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3282,28 | 75984,80 | 9493,55 | 11,11 |
| 12 | 1961,84 0,3764 | 455,78 0,0229 | 0,69 | 1,00 | 1,00 | 3287,80 | 76112,46 | 9365,89 | 10,96 |

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

| Wariant | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii ΔO | Procentowa oszczędność zapotrz. na energię | Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu | | Premia termomodernizacyjna | | |
|---------|----------------------------|---------------------------------------|--|--|------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| | | | | | | 20% kredytu | 16% kosztów całkowitych | Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii |
| 1 | 1322893,97 zł | 44810,47 | 52,42% | 40000,00 1282893,97 | 3,02% 96,98% | 256578,79 | 211663,04 | 89620,94 |
| 2 | 630895,97 zł | 35705,56 | 41,77% | 40000,00 590895,97 | 6,34% 93,66% | 118179,19 | 100943,36 | 71411,11 |
| 3 | 580743,49 zł | 34054,78 | 39,84% | 40000,00 540743,49 | 6,89% 93,11% | 108148,70 | 92918,96 | 68109,56 |
| 4 | 577686,85 zł | 34010,62 | 39,79% | 40000,00 537686,85 | 6,92% 93,08% | 107537,37 | 92429,90 | 68021,24 |
| 5 | 546672,42 zł | 32695,98 | 38,25% | 40000,00 506672,42 | 7,32% 92,68% | 101334,48 | 87467,59 | 65391,96 |
| 6 | 244271,55 zł | 19582,04 | 22,91% | 40000,00 204271,55 | 16,38% 83,62% | 40854,31 | 39083,45 | 39164,09 |
| 7 | 56734,51 zł | 10351,78 | 12,11% | 40000,00 16734,51 | 70,50% 29,50% | 3346,90 | 9077,52 | 20703,56 |
| 8 | 50847,64 zł | 10212,63 | 11,95% | 40000,00 10847,64 | 78,67% 21,33% | 2169,53 | 8135,62 | 20425,25 |
| 9 | 35457,26 zł | 9822,84 | 11,49% | 40000,00 0,00 | 100,00% 0,00% | 0,00 | 5673,16 | 19645,68 |
| 10 | 30996,05 zł | 9704,15 | 11,35% | 40000,00 0,00 | 100,00% 0,00% | 0,00 | 4959,37 | 19408,31 |
| 11 | 23081,00 zł | 9493,55 | 11,11% | 40000,00 0,00 | 100,00% 0,00% | 0,00 | 3692,96 | 18987,10 |
| 12 | 18284,00 zł | 9365,89 | 10,96% | 40000,00 0,00 | 100,00% 0,00% | 0,00 | 2925,44 | 18731,78 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr **2** gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 40000,00 zł**7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

| | | | | |
|---|-----|--------------|-----|---------|
| - planowany koszt całkowity | --- | 630895,97 zł | | |
| - planowana kwota środków własnych | --- | 40000,00 zł | | |
| - planowana kwota kredytu | --- | 590895,97 zł | | |
| - przewidywana premia termomodernizacyjna | --- | 71411,11 zł | | |
| - roczne oszczędności kosztów energii | --- | 35705,56 zł | tj. | 41,77 % |

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

P1
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian, $\lambda=0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

P2
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa / Wełna mineralna, $\lambda=0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

P3
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian, $\lambda=0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

P4
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna**
Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 14 cm
Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropian, $\lambda=0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

O1
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

O2
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

O3
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

O4
Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**
Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna ($0,5 < a < 1$)

O5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 0,900 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

O6

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,100 W/(m²•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych: Montaż zaworów termostatycznych i podpionowych.

Dodatkowo przewiduje się wykonanie następujących modernizacji:

- 1. Zastosowanie oświetlenia energooszczędnego w budynku – zob. pkt 9**
- 2. Zastosowanie systemu fotowoltaicznego do produkcji energii elektrycznej – zob. pkt 10**

9. Opis zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku.

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego tradycyjnego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy – wykorzystujący oświetlenie typu LED.

| Symbol | | Stan istniejący | Stan projektowany |
|----------------|---|-----------------|-------------------|
| P _N | Jednostkowa moc opraw [W/m ²] | 4,9 | 2,2 |
| t _D | Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/a] | 1800 | 1800 |
| t _N | Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/a] | 200 | 200 |
| t _O | Suma czasów [h/a] | 2000 | 2000 |
| t _y | Liczba godzin w roku | 8760 | 8760 |
| F _D | Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego | 1 | 1 |
| F _O | Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników | 1 | 1 |
| F _C | Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia | 1 | 1 |
| m | Oświetlenie awaryjne (tak=1, nie=0) | 0 | 0 |
| n | Sterowanie opraw (tak=1, nie=0) | 0 | 0 |
| LENI | Roczne jednostkowe zużycie energii [kWh/m ²] | 8,82 | 3,96 |
| E _L | Roczne zużycie energii do oświetlenia [kWh] | 32748,7 | 14703,5 |

$$LENI=[F_C \cdot P_N / 1000 \cdot ((t_O \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O))] + m + n \cdot [5 / t_y \cdot (t_y \cdot (t_D + t_N))]$$

Roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 18 045,2 kWh/rok
 Cena energii: 0,59 zł/kWh
 Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 10 646,67 zł
 Koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED: 26 000,00 zł
Czas zwrotu inwestycji: 2,44 lat

Aktualne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia w budynku wynosi ok. 32 749 kWh/rok. Wykonanie modernizacji systemu oświetlenia pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej pochodzącej z sieci o ok. 18 045 kWh/rok.

10. Opis zastosowania systemu fotowoltaicznego w budynku.

Proponuje się zastosowanie systemu fotowoltaicznego do produkcji energii elektrycznej.

Tabela przedstawiająca zyski energetyczne dla proponowanych ogniw fotowoltaicznych.

| Miesiąc | Nasłonecznienie | Sprawność ogniw | Sprawność przetwornicy | Ilość energii uzyskana z ogniwa kWh/m ² |
|---|-----------------|-----------------|------------------------|--|
| Styczeń | 17,4 | 16% | 90% | 2,5 |
| Luty | 33,7 | 16% | 90% | 4,9 |
| Marzec | 79,1 | 16% | 90% | 11,4 |
| Kwiecień | 111,6 | 16% | 90% | 16,1 |
| Maj | 162,8 | 16% | 90% | 23,4 |
| Czerwiec | 188,3 | 16% | 90% | 27,1 |
| Lipiec | 166,3 | 16% | 90% | 23,9 |
| Sierpień | 144,2 | 16% | 90% | 20,8 |
| Wrzesień | 94,2 | 16% | 90% | 13,6 |
| Październik | 51,1 | 16% | 90% | 7,4 |
| Listopad | 19,8 | 16% | 90% | 2,9 |
| Grudzień | 12,8 | 16% | 90% | 1,8 |
| Średnioroczne nasłonecznienie dla szerokości geograficznej 54° | | | | 155,7 |

Ilość i powierzchnia zastosowanych ogniw fotowoltaicznych: 38 szt, 60,8m²

Zestaw składa się z:

1. Paneli fotowoltaicznych
2. Regulatora prądu ładowania
3. Przetwornicy prądu stałego na zmienny
4. Okablowania – przewód solarny

Sprawność konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną przyjęto na poziomie 16%.

Sprawność przetwornicy przyjęto na poziomie 90%

Szacowana ilość energii możliwa do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej wynosi: 9467,00 kWh/rok

Cena energii według taryfy: 0,59 zł/kWh

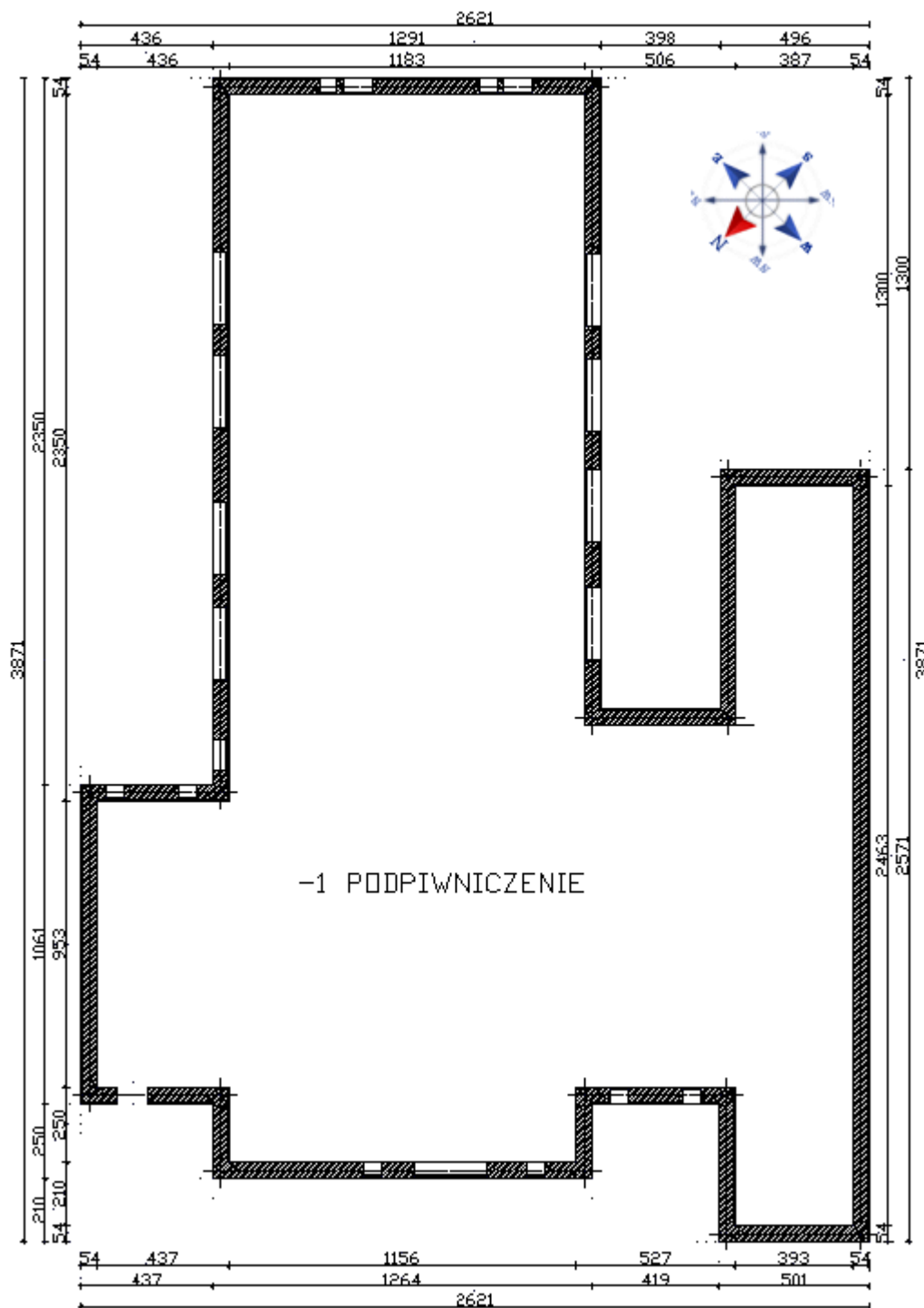
Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 5 585,53 zł

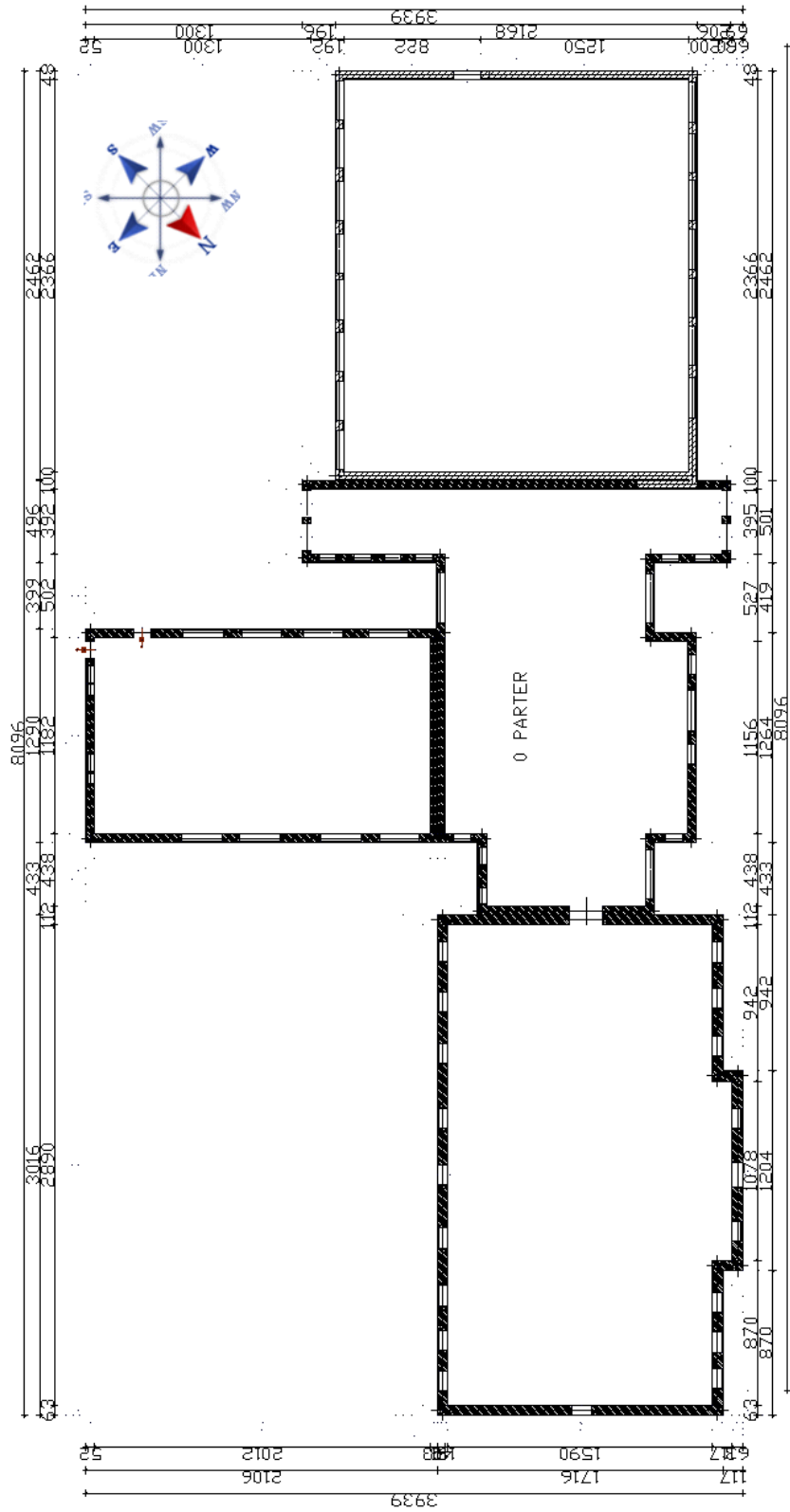
Koszt wykonania instalacji: 85 000 zł

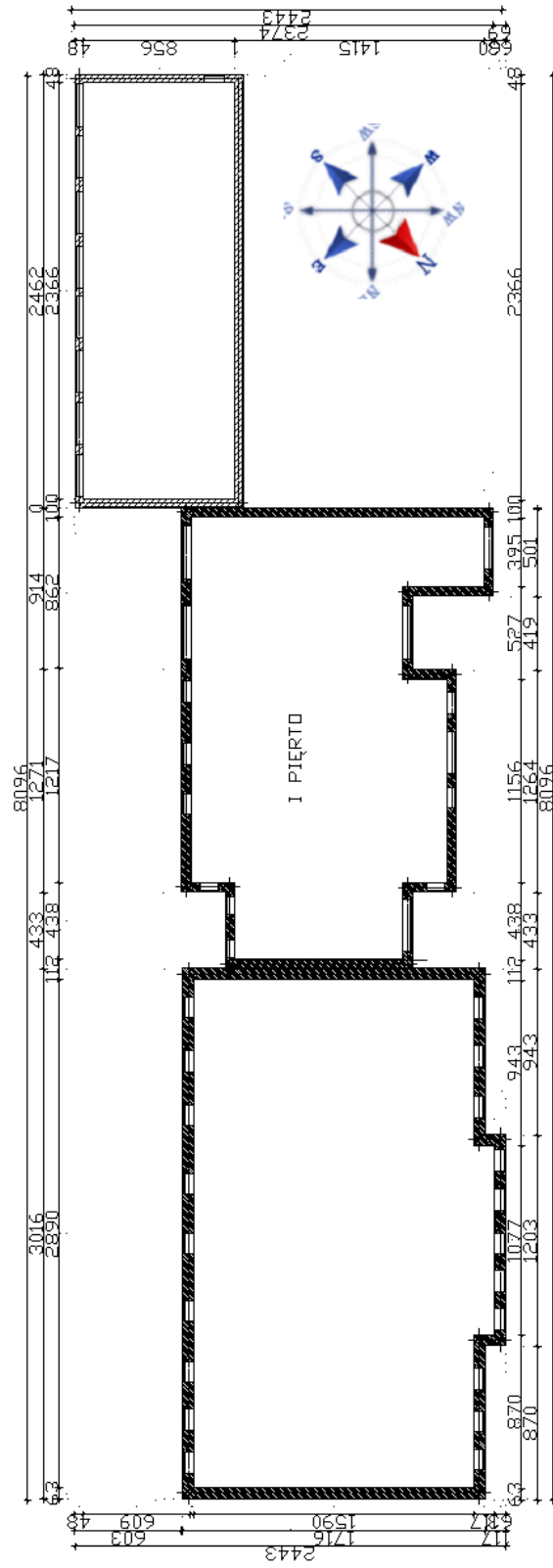
Czas zwrotu inwestycji: 15,22 lat

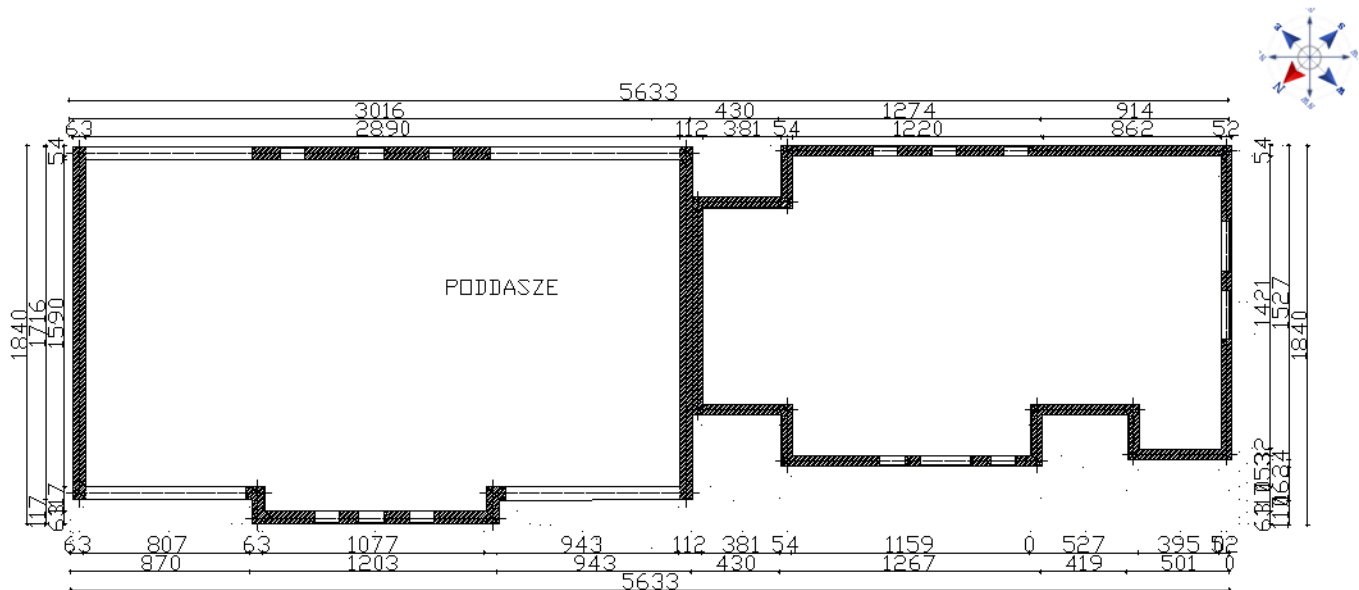
Aktualne zużycie energii elektrycznej w budynku wynosi ok. 34 141 kWh/rok. Wykonanie systemu fotowoltaicznego pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej pochodzącej z sieci o ok. 9 467 kWh/rok.

Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku













Załącznik nr 2. – efekt ekologiczny

1. Cel opracowania

Celem opracowania jest pokazanie efektu ekologicznego wynikającego z zastosowanych usprawnień termomodernizacyjnych obliczonych w audycie energetycznym.

2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Użyteczności publicznej

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Częstochowa

Powierzchnia zabudowy $A_z=1414,23 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=3639,48 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=3713,16 \text{ m}^2$

Kubatura ogrzewana budynku $V=13976,01 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 4

3. Spis przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Modernizacja przegrody O9 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody O12 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody O11 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody O4 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody O13 WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody SZ51, zewnętrzna

Modernizacja przegrody Dach

Modernizacja przegrody SZ70, zewnętrzna

Modernizacja przegrody OP WYM 'Wentylacja grawitacyjna'

Modernizacja przegrody SZ45, zewnętrzna

Modernizacja systemu grzewczego

4. Charakterystyka źródeł energii systemu ogrzewania i wentylacji

4.1. Przed modernizacją

| Rodzaj paliwa | $\eta_{H,tot}$ | H_u | Jedn. | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn. |
|---|----------------|-------|--------|---------------------|------------------|--------|
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | 0,61 | 7,70 | kWh/kg | 899052,9 | 116760,1 | kg/rok |

4.2. Po modernizacji

| Rodzaj paliwa | $\eta_{H,tot}$ | H_u | Jedn. | $Q_{K,H}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn. |
|---|----------------|-------|---------|---------------------|------------------|---------|
| Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny | 0,69 | 1,00 | kWh/kWh | 470621,8 | 61119,7 | kWh/rok |

5. Charakterystyka źródeł energii systemu przygotowania ciepłej wody

5.1. Przed modernizacją

| Rodzaj paliwa | $\eta_{W,tot}$ | H_u | Jedn. | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn. |
|---|----------------|-------|--------|---------------------|------------------|--------|
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | 0,24 | 7,70 | kWh/kg | 527523,1 | 68509,5 | kg/rok |

5.2. Po modernizacji

| Rodzaj paliwa | $\eta_{W,tot}$ | H_u | Jedn. | $Q_{K,W}$ [kWh/rok] | Zużycie paliwa B | Jedn. |
|---|----------------|-------|--------|---------------------|------------------|--------|
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | 0,24 | 7,70 | kWh/kg | 527523,1 | 68509,5 | kg/rok |

6. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i nośników energii

6.1. Przed modernizacją

| System ogrzewania i wentylacji | | | | | | | | |
|---|-------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|----------|----------|
| Rodzaj paliwa | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | kg/Mg | 19,200000 | 1,000000 | 45,000000 | 2000,000000 | 10,500000 | 0,350000 | 0,014000 |
| System przygotowania ciepłej wody | | | | | | | | |
| Rodzaj paliwa | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | kg/Mg | 19,200000 | 1,000000 | 45,000000 | 2000,000000 | 10,500000 | 0,350000 | 0,014000 |

6.2. Po modernizacji

| System ogrzewania i wentylacji | | | | | | | | |
|---|-------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|----------|----------|
| Rodzaj paliwa | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| Ciepło sieciowe z kogeneracji - Węgiel kamienny | kg/Mg | 19,200000 | 1,000000 | 45,000000 | 2000,000000 | 10,500000 | 0,350000 | 0,014000 |
| System przygotowania ciepłej wody | | | | | | | | |
| Rodzaj paliwa | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| Miejscowe wytwarzanie energii w budynku - Węgiel kamienny | kg/Mg | 19,200000 | 1,000000 | 45,000000 | 2000,000000 | 10,500000 | 0,350000 | 0,014000 |

7. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

7.1. Przed modernizacją

| System | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|
| System ogrzewania i wentylacji | kg/rok | 2241,794 4 | 116,7601 | 5254,205 5 | 233520,2 462 | 1225,981 3 | 40,8660 | 1,6346 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 1315,382 3 | 68,5095 | 3082,927 4 | 137018,9 935 | 719,3497 | 23,9783 | 0,9591 |
| Całkowita emisja w budynku | Jedn. | SO₂ | NO_x | CO | CO₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| | kg/rok | 3557,176 7 | 185,2696 | 8337,132 9 | 370539,2 397 | 1945,331 0 | 64,8444 | 2,5938 |

7.2. Po modernizacji

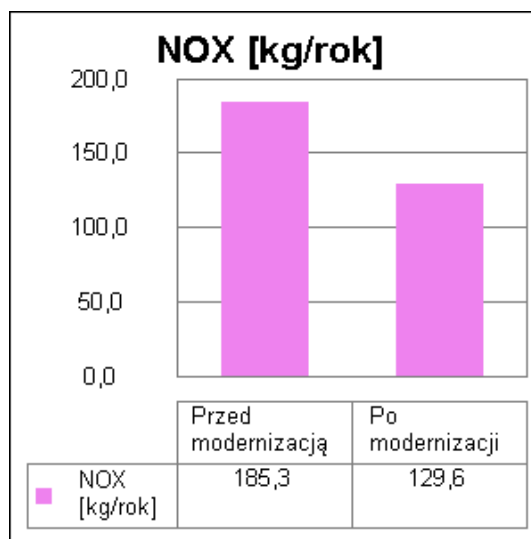
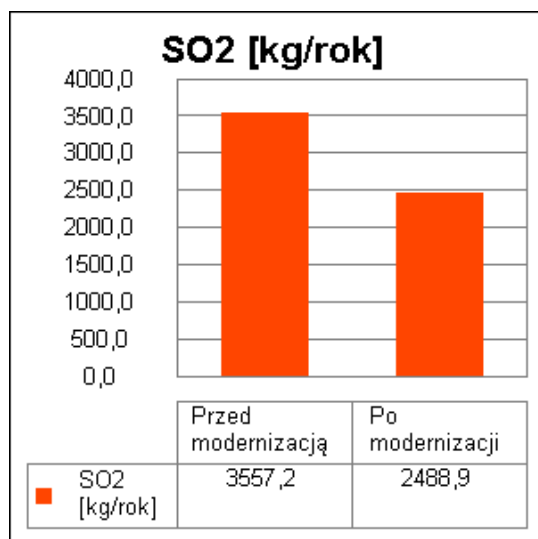
| System | Jedn. | SO ₂ | NO _x | CO | CO ₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|
| System ogrzewania i wentylacji | kg/rok | 1173,498 5 | 61,1197 | 2750,387 2 | 122239,4 311 | 641,7570 | 21,3919 | 0,8557 |
| System przygotowania ciepłej wody | kg/rok | 1315,382 3 | 68,5095 | 3082,927 4 | 137018,9 935 | 719,3497 | 23,9783 | 0,9591 |
| Całkowita emisja w budynku | Jedn. | SO₂ | NO_x | CO | CO₂ | PYŁ | SADZA | B-a-P |
| | kg/rok | 2488,880 9 | 129,6292 | 5833,314 6 | 259258,4 246 | 1361,106 7 | 45,3702 | 1,8148 |

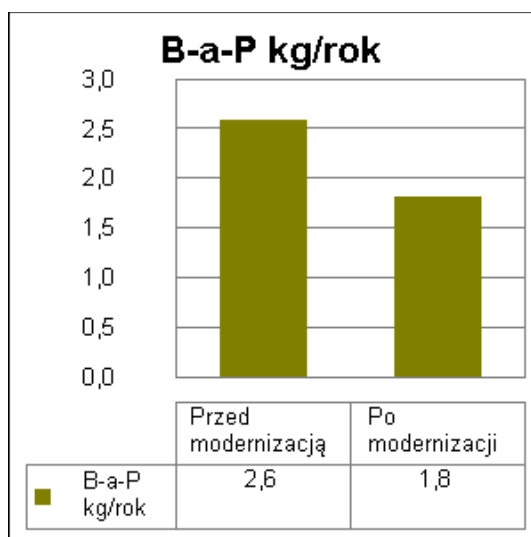
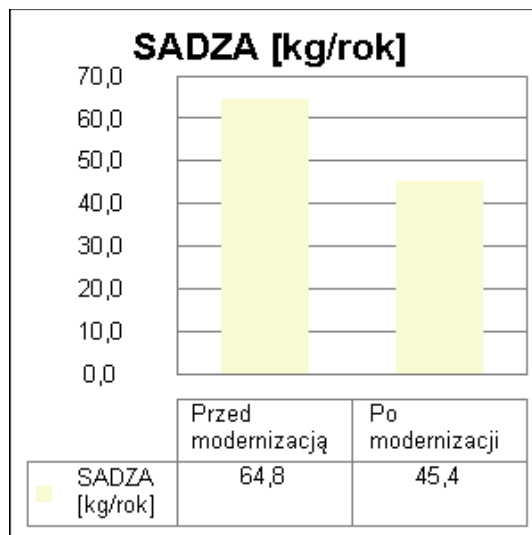
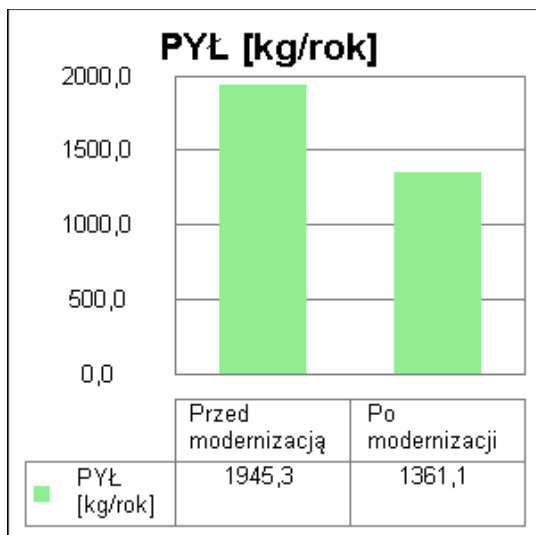
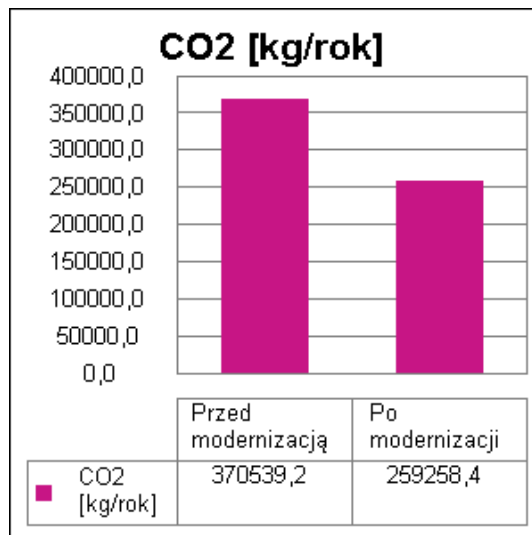
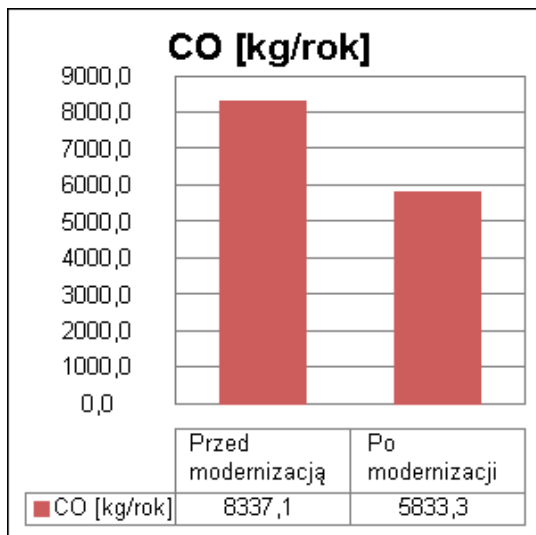
8. Bezpośredni efekt ekologiczny

8.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

| Emitowane zanieczyszczenie | Budynek projektowany [kg/rok] | Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok] | Efekt ekologiczny[kg/rok] | Redukcja emisji [%] |
|----------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|---------------------|
| SO ₂ | 3557,176701 | 2488,880876 | 1068,295825 | 30,03 |
| NO _x | 185,269620 | 129,629212 | 55,640408 | 30,03 |
| CO | 8337,132893 | 5833,314554 | 2503,818339 | 30,03 |
| CO ₂ | 370539,239692 | 259258,424611 | 111280,815081 | 30,03 |
| PYŁ | 1945,331008 | 1361,106729 | 584,224279 | 30,03 |
| SADZA | 64,844367 | 45,370224 | 19,474143 | 30,03 |
| B-a-P | 2,593775 | 1,814809 | 0,778966 | 30,03 |

8.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego





9. Wyniki analizy porównawczej i wybór systemu zaopatrzenia w energię

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz.16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

9.1. Tabela emisji równoważnej

| Emitowane zanieczyszczenie | Współczynnik toksyczności K | Emisja - Przed modernizacją [kg/rok] | Emisja - Po modernizacji [kg/rok] | Emisja równoważna - Przed modernizacją [kg/rok] | Emisja równoważna - Po modernizacji [kg/rok] |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| SO ₂ | 1,00 | 3557,176701 | 2488,880876 | 3557,176701 | 2488,880876 |
| NO _x | 0,50 | 185,269620 | 129,629212 | 92,634810 | 64,814606 |
| PYŁ | 0,50 | 1945,331008 | 1361,106729 | 972,665504 | 680,553365 |
| SADZA | 2,50 | 64,844367 | 45,370224 | 162,110917 | 113,425561 |
| B-a-P | 20000,00 | 2,593775 | 1,814809 | 51875,493557 | 36296,179446 |
| Łączna emisja równoważna | | | | 56660,081489 | 39643,853853 |

Efekt ekologiczny wyrażony emisją równoważną dla proponowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi 17016,227636 kg/rok, czyli 30,0%.

9.2. Wykres emisji równoważnej

