

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
|--|--|--|-----------------|
| 1.1 Rodzaj budynku | Szkolno-oświatowe | 1.2 Rok budowy | 1999 |
| 1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko) | Gmina Opatów | 1.4 Adres budynku | |
| | Pl. Obrońców Pokoju 34 27-500 Opatów (015) 8681300 (015) 8684647 | Kobylany Gm. Opatów świętokrzyskie | |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: | | | |
| VENKO Sp. z o.o. Domaszowice 236A 25-900 Kielce 260579197 | | | |
| 3. Imię, Nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| Marek Szymczyk ul. Sienkiewicza 29/16 25-007 Kielce Egzamin | | | podpis |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | |
| 1 | --- | --- | |
| 5. Miejscowość: Kielce | | Data wykonania opracowania | kwiecień 2013 |
| 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. Załącznik nr 1. - dokumentacja techniczna budynku | | | |

2. Karta audytu energetycznego budynku

| 2.1. Dane ogólne | | | |
|--|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| 2.1.1. | Konstrukcja/technologia budynku | tradycyjna | |
| 2.1.2. | Liczba kondygnacji | 2 | |
| 2.1.3. | Kubatura części ogrzewanej | 4688,21 | |
| 2.1.4. | Powierzchnia netto budynku | 2427,30 | |
| 2.1.5. | Pow. użytkowa części mieszkalnej | 0,00 | |
| 2.1.6. | Pow. użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych | 1599,50 | |
| 2.1.7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0,00 | |
| 2.1.8. | Liczba osób użytkujących budynek | 27,00 | |
| 2.1.9. | Sposób przygotowania ciepłej wody | Centralne | |
| 2.1.10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | Centralne | |
| 2.1.11. | Współczynnik kształtu A/V | 0,40 | |
| 2.1.12. | Inne dane charakteryzujące budynek | --- | |
| 2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.2.1. | Ściany zewnętrzne | 0,65; 1,55; 2,36 | 0,21; 1,55; 0,25 |
| 2.2.2. | Dach/stropodach | 5,07 | 5,07 |
| 2.2.3. | Okna | 2,50 | 1,35 |
| 2.2.4. | Drzwi/bramy | 2,00 | 2,00 |
| 2.2.5. | Stropy wewnętrzne | 1,19; 2,73 | 1,19; 0,22 |
| 2.2.6. | Ściany wewnętrzne | 1,00; 1,54 | 1,00; 1,54 |
| 2.2.7. | Podłogi na gruncie | 0,79 | 0,79 |
| 2.2.8. | Ściany na gruncie | 0,52 | 0,23 |
| 2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.3.1. | Sprawność wytwarzania | 0,910 | 3,300 |
| 2.3.2. | Sprawność przesyłania | 0,870 | 0,980 |
| 2.3.3. | Sprawność regulacji | 0,750 | 0,990 |
| 2.3.4. | Sprawność akumulacji | 0,930 | 0,930 |
| 2.3.5. | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia | 1,000 | 0,850 |
| 2.3.6. | Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby | 1,000 | 0,950 |
| 2.4. Charakterystyka systemu wentylacji | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.4.1.1. | Rodzaj wentylacji | Wentylacja grawitacyjna | Wentylacja grawitacyjna |

| | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| 2.4.1.2. | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza | stolarka/kanały grawitacyjne | stolarka/kanały grawitacyjne |
| 2.4.1.3. | Strumień powietrza wentylacyjnego | 4688,21 | 4688,21 |
| 2.4.1.4. | Liczba wymian | 1,00 | 1,00 |
| 2.5. Charakterystyka energetyczna budynku | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.5.1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 117,69 | 88,82 |
| 2.5.2. | Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW] | 4,68 | 4,68 |
| 2.5.3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 844,15 | 600,35 |
| 2.5.4. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 1528,68 | 162,81 |
| 2.5.5. | Obliczenie zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody [GJ/rok] | 46,80 | 33,69 |
| 2.5.6. | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu [GJ/rok] | 737,36 | --- |
| 2.5.7. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 146,60 | 104,26 |
| 2.5.8. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ rok)] | 90,58 | 9,65 |
| 2.5.9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 265,48 | 28,28 |
| 2.6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.6.1. | Opłata za 1 GJ na ogrzewanie | 54,33 | 34,73 |
| 2.6.2. | Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc | 2000,00 | 1300,00 |
| 2.6.3. | Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej | 37,12 | 3,57 |
| 2.6.4. | Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc | 2000,00 | 1300,00 |
| 2.6.5. | Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej na miesiąc | 3,02 | 0,25 |
| 2.6.6. | Opłata abonamentowa | 297,66 | 0,00 |
| 2.6.7. | Inne | 0,00 | 0,00 |
| 2.7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | | | |
| Planowana kwota kredytu [zł] | 1243828,24 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 87,58 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------------|-----------|
| Planowane koszty całkowite [zł] | 1554785,30 | Premia termomodernizacyjna [zł] | 170660,81 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 85330,40 | | |

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzór kart audytów, a także algorytmy opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury 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
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczeń charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectwa ich charakterystyki energetycznej

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

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:

310957 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.:

1243828 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

| | | |
|--|---|------------------------|
| Konstrukcja/technologia budynku | - | tradycyjna |
| Kubatura budynku | - | 8082,19 m ³ |
| Kubatura ogrzewania | - | 4688,21 m ³ |
| Powierzchnia netto budynku | - | 2427,30 m ² |
| Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej | - | 0,00 m ² |
| Współczynnik kształtu | - | 0,40 m ⁻¹ |
| Powierzchnia zabudowy budynku | - | 942,95 m ² |
| Ilość mieszkań | - | 0,00 |
| Ilość mieszkańców | - | 27,00 |

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

| | | |
|--------------------|------------------|-----------------------|
| Ściany zewnętrzne | 0,65; 1,55; 2,36 | W/(m ² ·K) |
| Dach/stropodach | 5,07 | W/(m ² ·K) |
| Okna | 2,50 | W/(m ² ·K) |
| Drzwi/bramy | 2,00 | W/(m ² ·K) |
| Stropy wewnętrzne | 1,19; 2,73 | W/(m ² ·K) |
| Ściany wewnętrzne | 1,00; 1,54 | W/(m ² ·K) |
| Podłogi na gruncie | 0,79 | W/(m ² ·K) |
| Ściany na gruncie | 0,52 | 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 | 54,33 zł/GJ | 34,73 zł/GJ |

| | | | | | |
|--|--|---------------------------|-------------------------|------------|---|
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie | 2000,00 zł/MW/mc | 1300,00 zł/MW/mc | | | |
| Inne koszty, abonament | 148,83 zł/mc | 0,00 zł/mc | | | |
| Ceny ciepła - c.w.u. | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji | | | |
| Opłata za 1 GJ | 54,33 zł/GJ | 0,00 zł/GJ | | | |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. | 2000,00 zł/MW/mc | 1300,00 zł/MW/mc | | | |
| Inne koszty, abonament | 148,83 zł/mc | 0,00 zł/mc | | | |
| 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 - Gaz ziemny | 1,95zł | 100% | 0,036 GJ/m ³ | 54,33zł | 44,53 |
| Energia elektryczna – Produkcja mieszana | 0,50zł | 25% | 0,004 GJ/GJ | 138,90zł | |
| Energia elektryczna – System PV | 0,00zł | 75% | 0,004 GJ/GJ | 0,00zł | |
| Σ | | 200% | | | |
| 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego | | | | | |
| Wytwarzanie | Kotły niskotemperaturowe gazowe lub olejowe z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym do 50-120kW Paliwo - gaz ziemny | | | | $\eta_{H,g} = 0,910$ |
| Przesyłanie ciepła | C.o. wodne z źródłem w budynku, bez izolacji na przewodach, armaturze i urządzeniach w pom. nieogrzewanych | | | | $\eta_{H,d} = 0,870$ |
| Regulacja systemu grzewczego | Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej | | | | $\eta_{H,e} = 0,750$ |
| Akumulacje ciepła | Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 oC wewnątrz osłony termicznej budynku | | | | $\eta_{H,s} = 0,930$ |
| 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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$ | | | | | 0,552 |
| Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu | System grzewczy nie jest wyposażony w automatykę pogodową i nie stosuje się przerw w ogrzewaniu | | | | |
| Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r. | Instalacja nie była modernizowana po 1984 r. | | | | wymagany próg oszczędności: 25% |
| Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie) | | | | | --- MW |

| 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej | | |
|--|--|----------------------|
| Wytwarzanie ciepła | Kotły niskotemperaturowe o mocy ponad 50 kW | $\eta_{W,g} = 0,900$ |
| Przesył ciepłej wody | Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody | $\eta_{W,d} = 0,800$ |
| Akumulacja ciepła | Brak zasobnika | $\eta_{W,s} = 1,000$ |
| Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\eta_{W,d}\eta_{W,s} =$ | | 0,720 |
| 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 | 4688,21 | |
| Krotność wymian powietrza | 1,00 | |

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 |
|---|--|
| Ściana zewnętrzna | Docieplenie budynku jest konieczne aby przegroda spełniała wymogi izolacyjności termicznej. |
| Strop wewnętrzny | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Ściana wewnętrzna | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Ściana wewnętrzna | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Podłoga na gruncie | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Ściana wewnętrzna | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Ściana wewnętrzna | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Strop wewnętrzny | Proponuje się wymianę istniejącego ocieplenia na nowe ze względu na zły stan techniczny izolacji. Dodatkowo zaleca się wykonanie ław zabezpieczających izolację przed zdeptaniem |
| Ściana zewnętrzna | Docieplenie budynku jest konieczne aby przegroda spełniała wymogi izolacyjności termicznej. |
| Ściana na gruncie | Proponuje się docieplenie przegrody |
| Ściana wewnętrzna | Nie ingeruje się w przegrodę |
| Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | Proponuje się wymianę na stolarkę o niższym współczynniku przenikalności termicznej |
| System grzewczy | Brak informacji o przeprowadzonych modernizacjach instalacji centralnego ogrzewania. Proponuje się zastosowanie pompy ciepła wykorzystującej do |

| | |
|-----------------------------------|--|
| | wytwarzania ciepła resublimacji. |
| Instalacja ciepłej wody użytkowej | Stan techniczny instalacji c.w.u. dobry, proponuje się zastosowanie paneli fotowoltaicznych do podgrzewania c.w.u. |

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---------------------|
| Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda=0,036$ [W/(m·K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 124,93m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 124,93m² | |
| Stopniodni: 3834,50 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 | Wariant 1.3 | Wariant 1.4 | |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 54,33 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/MW/mc | 2000,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/mc | 148,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,361 | 0,248 | 0,232 | 0,218 | 0,205 | 0,194 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 0,42 | 4,03 | 4,31 | 4,59 | 4,87 | 5,15 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 3,61 | 3,89 | 4,17 | 4,44 | 4,72 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 97,72 | 10,26 | 9,60 | 9,02 | 8,50 | 8,04 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0118 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0010 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 7002,85 | 7027,04 | 7048,31 | 7067,15 | 7083,95 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 134,00 | 135,20 | 136,40 | 137,60 | 138,80 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 16740,35 | 16890,27 | 17040,18 | 17190,09 | 17340,01 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 2,39 | 2,40 | 2,42 | 2,43 | 2,45 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 16740,35 zł
 Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 2,39 lat
 Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 13 cm

Informacje uzupełniające:
 wybrano wariant o najniższym SPBT

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|------------------------------------|
| Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, λ= 0,036 [W/(m•K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As: | 366,98m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak: | 366,98m² | |
| Stopniodni: 3834,50 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 | Wariant 1.3 | Wariant 1.4 | Wariant 1.5 | |
| Oплата za 1 GJ Oz | zł/GJ | 54,33 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 |
| Oплата za 1 MW Om | zł/MW/mc | 2000,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament Ab | zł/mc | 148,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 0,655 | 0,248 | 0,232 | 0,218 | 0,206 | 0,195 | 0,185 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 1,53 | 4,03 | 4,31 | 4,58 | 4,86 | 5,14 | 5,42 |
| Zwiększenie oporu cieplnego Δ R | (m ² K)/W | --- | 2,50 | 2,78 | 3,06 | 3,33 | 3,61 | 3,89 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 79,60 | 30,19 | 28,24 | 26,53 | 25,01 | 23,66 | 22,45 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0096 | 0,0036 | 0,0034 | 0,0032 | 0,0030 | 0,0029 | 0,0027 |
| Roczna oszczędność kosztów Δ O | zł/rok | --- | 5236,04 | 5307,36 | 5370,03 | 5425,54 | 5475,05 | 5519,47 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K _i | zł/m ² | --- | 123,10 | 124,30 | 125,50 | 126,70 | 127,90 | 129,10 |
| Koszty realizacji usprawnienia N _u | zł | --- | 45175,48 | 45615,86 | 46056,24 | 46496,62 | 46937,00 | 47377,38 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 8,63 | 8,59 | 8,58 | 8,57 | 8,57 | 8,58 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 46496,62 zł

| |
|--|
| Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 8,57 lat |
| Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm |
| Informacje uzupełniające: wybrano wariant o najniższym SPBT |

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---------------------|
| Modernizacja przegrody Ściana na gruncie | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Polistyren ekstrudowany, $\lambda= 0,034$ [W/(m•K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 261,36m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 261,36m² | |
| Stopniodni: 3834,50 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 | Wariant 1.3 | |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 54,33 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 |
| Opłata za 1 MW Om | zł/MW/mc | 2000,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament Ab | zł/mc | 148,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 0,516 | 0,233 | 0,218 | 0,205 | 0,193 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 1,94 | 4,29 | 4,59 | 4,88 | 5,17 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 2,35 | 2,65 | 2,94 | 3,24 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 44,65 | 20,17 | 18,88 | 17,74 | 16,73 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0054 | 0,0024 | 0,0023 | 0,0021 | 0,0020 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 3602,78 | 3650,15 | 3691,81 | 3728,74 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 153,00 | 158,00 | 163,00 | 168,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 39988,08 | 41294,88 | 42601,68 | 43908,48 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 11,10 | 11,31 | 11,54 | 11,78 |

| |
|--|
| Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1 |
| Charakterystyka wariantu optymalnego: Koszt realizacji wariantu optymalnego: 39988,08 zł Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,10 lat |

| |
|---|
| Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 8 cm Informacje uzupełniające: Wybrano wariant o najniższym SPBT |
|---|

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|---|---|---|
| Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, PANELROCK F, $\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]$; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 911,43m ² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 911,43m ² | |
| Stopniodni: 0,00 dzień·K/rok | $t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | $t_{zo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$ |

| | Stan istniejący | Wariant numer | | | | |
|--|----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 | Wariant 1.3 | |
| Oplata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 54,33 | 34,73 | 34,73 | 34,73 | 34,73 |
| Oplata za 1 MW Om | zł/MW/mc | 2000,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament Ab | zł/mc | 148,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,529 | 0,221 | 0,169 | 0,137 | 0,115 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 0,40 | 4,53 | 5,92 | 7,31 | 8,70 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 4,14 | 5,53 | 6,92 | 8,30 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 1785,96 | 1785,96 | 1785,96 | 1785,96 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 75,00 | 85,00 | 95,00 | 105,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 68357,25 | 77471,55 | 86585,85 | 95700,15 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 38,27 | 43,38 | 48,48 | 53,58 |

| |
|---|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego: Koszt realizacji wariantu optymalnego: 68357,25 zł Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 38,27 lat Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm</p> Informacje uzupełniające: |
|---|

Wybrano wariant o najniższym SPBT

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

| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji | |
|--|--|
| Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 4368,40 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 238,22 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 238,22 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 289,34 m ² | |
| Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3834,50 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | | |
|--|----------------------|---------------|-----------|-----------|
| | | W1 | W2 | |
| Oplata za 1 GJ | zł/GJ | 54,33 | 34,73 | 34,73 |
| Oplata za 1 MW | zł/MW/mc | 2000,00 | 1300,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament | zł/mc | 148,83 | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 0,85 | 0,85 |
| Współczynnik a | | --- | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 2,500 | 1,350 | 0,800 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 995,11 | 525,14 | 481,74 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,1040 | 0,0723 | 0,0670 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | zł/rok | --- | 38980,95 | 40570,25 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 450,00 | 600,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 130203,00 | 173604,00 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 4000,00 | 4000,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 3,44 | 4,38 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 134203,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 3,44 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,35

Informacje uzupełniające:

...

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 |
|---|-----------------|---------------|
| Liczba użytkowników L_i | 85,00 | 85,00 |
| Zapotrzebowanie jednostkowe V_{cw} [m ³ /d] | 0,008 | 0,008 |
| Temperatura ciepłej wody na zaworze czerpalnym [°C] | 55,00 | 55,00 |
| Czas użytkowania t_{uz} [dni] | 365,00 | 365,00 |
| Sprawność źródła ciepła | 0,900 | 1,000 |
| Sprawność przesyłu | 0,800 | 1,000 |
| Sprawność akumulacji ciepła | 1,000 | 1,000 |
| Współczynnik na przerwy urlopowe | 0,90 | 0,90 |
| Współczynnik na wodomierze na ciepłej wodzie | 0,80 | 0,90 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/a] | 46,798 | 33,694 |
| Max moc cieplna q_{cwu} [MW] | 0,0047 | 0,0047 |

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

| | Stan istniejący | Wariant 1 |
|--|-----------------|-----------|
| Opłata za 1 GJ [zł/GJ] | 54,33 | 0,00 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW] | 2000,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament [zł] | 148,83 | 0,00 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a] | --- | 4367,80 |
| Koszt modernizacji N_u [zł] | --- | 20000,00 |
| SPBT [lat] | --- | 4,58 |

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|--------------------------------|----------|
| montaż paneli fotowoltaicznych | 20000,00 |
| --- | --- |

Suma: **20000,00**

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

| | |
|--|-------------------------------|
| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
| Ulepszenie sprawności wytwarzania η_q | zastosowanie systemu PV |
| Ulepszenie sprawności przesyłu η_d | nie dotyczy |
| Ulepszenie sprawności akumulacji η_s | bez zmian |

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

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

| | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|--|---------|-----------------|------------|
| Opłata za 1 GJ na ogrzewanie | [zł/GJ] | 54,33 | 34,73 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie | [zł/MW] | 2000,00 | 1300,00 |
| Inne koszty, abonament | [zł] | 148,83 | 0,00 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło | [GJ] | 844,15 | |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego | [MW] | 0,1177 | |
| Sprawność systemu grzewczego | | 0,552 | 2,978 |
| Roczna oszczędność kosztów ΔO | [zł/a] | --- | 77876,88 |
| Koszt modernizacji | [zł] | --- | 1224000,00 |
| SPBT | [lat] | --- | 15,72 |

Informacje uzupełniające:

W wariantcie zaproponowano montaż pomp wykorzystujących ciepło resublimacji. Dodatkowo zaproponowano zastosowanie do zasilania energią z paneli fotowoltaicznych.

6.4.2. Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|---|------------------------------|---------------------------|
| Sprawność wytwarzania $\eta_{H,q}$ | 0,910 | 3,300 |
| Sprawność przesyłania $\eta_{H,d}$ | 0,870 | 0,980 |
| Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$ | 0,750 | 0,990 |
| Sprawność wykorzystania $\eta_{H,s}$ | 0,930 | 0,930 |
| Współczynnik tygodniowych przerw w ogrzewaniu w_t | 1,000 | 0,850 |
| Współczynnik dobowych przerw w ogrzewaniu w_d | 1,000 | 0,950 |

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|---|-------------------|
| pompa ciepła z dolnym źródłem | 250000,00 |
| panele fotowoltaiczne | 150000,00 |
| Wymiana instalacji centralnego ogrzewania | 60000,00 |
| Ponowna regulacja systemu | 2000,00 |
| zawory termostatyczne | 7000,00 |
| wymiana grzejników | 750000,00 |
| automatyka pogodowa | 5000,00 |
| Suma: | 1224000,00 |

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
|--|---|
| Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g | Zaleca się zmianę źródła ciepła na pompę ciepła z dolnym źródłem. Proponuje się zastosowanie panli fotowoltaicznych |
| Ulepszenie sprawności przesyłu η_d | wymiana instalacji centralnego ogrzewania. |
| Ulepszenie sprawności regulacji η_e | Wymiana grzejników i ponowna regulacja systemu |
| Ulepszenie sprawności akumulacji η_s | nie dotyczy |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d | Wymiana automatyki pogodowej |

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

7.1. Zestawienie wybranych usprawnień i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Lp. | Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty robót [zł] | SPBT [lat] |
|-----|--|-----------------------------|------------|
| 1. | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 zł | 2,39 |
| 2. | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 zł | 3,44 |
| 3. | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 20000,00 zł | 4,58 |
| 4. | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 46496,62 zł | 8,57 |
| 5. | Modernizacja przegrody Ściana na gruncie | 39988,08 zł | 11,10 |
| 6. | Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny | 68357,25 zł | 38,27 |
| | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 | --- |

| | | | |
|--|--|---------|-----|
| | | | |
| | Koszty audytu i/lub projektów i dokumentacji technicznej | 5000,00 | --- |

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant 1 | | |
|------------------|---|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 |
| 3 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 20000,00 |
| 4 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 46496,62 |
| 5 | Modernizacja przegrody Ściana na gruncie | 39988,08 |
| 6 | Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny | 68357,25 |
| 7 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 8 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1554785,30 |

| Wariant 2 | | |
|------------------|---|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 |
| 3 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 20000,00 |
| 4 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 46496,62 |
| 5 | Modernizacja przegrody Ściana na gruncie | 39988,08 |
| 6 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 7 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1486428,05 |

| Wariant 3 | | |
|------------------|---|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 |
| 3 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 20000,00 |
| 4 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 46496,62 |
| 5 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| 6 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1446439,97 |

| Wariant 4 | | |
|------------------|---|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 |
| 3 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 20000,00 |
| 4 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 5 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1399943,35 |

| Wariant 5 | | |
|------------------|---|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna' | 134203,00 |
| 3 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 4 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1379943,35 |

| Wariant 6 | | |
|------------------|--|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna | 16740,35 |
| 2 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 3 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1245740,35 |

| Wariant 7 | | |
|------------------|--|------------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja systemu grzewczego | 1224000,00 |
| 2 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 5000,00 |
| Całkowity koszt | | 1229000,00 |

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 | wskaznik ciepliny budynku | stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej AV |
|---------|----------------------------------|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|---|
| | [MW] | [GJ] | °C | m ² | m ³ | m ³ | m ³ | W/m ³ | 1/m |
| 0 | 0,1177 | 844,15 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 30,56 | 0,40 |
| 1 | 0,0888 | 600,35 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 26,27 | 0,40 |
| 2 | 0,0886 | 597,69 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 26,27 | 0,40 |
| 3 | 0,0896 | 605,70 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 26,90 | 0,40 |
| 4 | 0,0962 | 661,64 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 28,30 | 0,40 |
| 5 | 0,0962 | 661,64 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 28,30 | 0,40 |
| 6 | 0,1071 | 754,53 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 28,31 | 0,40 |
| 7 | 0,1177 | 844,15 | 20,00 | 1599,50 | 4688,21 | 8082,19 | 4688,21 | 30,56 | 0,40 |

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant | Q _{h0,1co} | Q _{0,1cwu} | η _{0,1} | W _{t0,1} | W _{d0,1} | Q _{0,1} | O _{0,1} | ΔO | %ΔO |
|---------|--|---|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------|-------|
| | q _{h0,1co} <td>q_{0,1cwu} <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td> | q _{0,1cwu} <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> | | | | | | | |
| | GJ | GJ | - | - | - | GJ | zł | zł | % |
| | MW | MW | | | | | | | |
| 0 | 844,15 0,1177 | 46,80 0,0047 | 0,55 | 1,00 | 1,00 | 1581,62 | 92438,84 | --- | --- |
| 1 | 600,35 0,0888 | 33,69 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 196,37 | 7108,43 | 85330,40 | 92,31 |
| 2 | 597,69 0,0886 | 33,69 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 195,65 | 7080,28 | 85358,56 | 92,34 |
| 3 | 605,70 0,0896 | 33,69 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 197,82 | 7171,26 | 85267,58 | 92,24 |
| 4 | 661,64 0,0962 | 33,69 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 212,98 | 7800,67 | 84638,17 | 91,56 |
| 5 | 661,64 | 46,80 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 226,09 | 7800,67 | 84638,17 | 91,56 |

| | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------|------|------|------|--------|---------|----------|-------|
| | 0,0962 | 0,0047 | | | | | | | |
| 6 | 754,53 0,1071 | 46,80 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 251,26 | 8844,88 | 83593,95 | 90,43 |
| 7 | 844,15 0,1177 | 46,80 0,0047 | 2,98 | 0,85 | 0,95 | 275,54 | 9853,65 | 82585,19 | 89,34 |

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 | 1554785,30 zł | 85330,40 | 87,58% | 310957,06 20,00 | 1243828,24 80,00 | 248765,65 | 248765,65 | 170660,81 |
| 2 | 1486428,05 zł | 85358,56 | 87,63% | 310957,06 20,00 | 1175470,99 80,00 | 235094,20 | 237828,49 | 170717,11 |
| 3 | 1446439,97 zł | 85267,58 | 87,49% | 310957,06 20,00 | 1135482,91 80,00 | 227096,58 | 231430,40 | 170535,15 |
| 4 | 1399943,35 zł | 84638,17 | 86,53% | 310957,06 20,00 | 1088986,29 80,00 | 217797,26 | 223990,94 | 169276,34 |
| 5 | 1379943,35 zł | 84638,17 | 85,71% | 310957,06 20,00 | 1068986,29 80,00 | 213797,26 | 220790,94 | 169276,34 |
| 6 | 1245740,35 zł | 83593,95 | 84,11% | 310957,06 20,00 | 934783,29 80,00 | 186956,66 | 199318,46 | 167187,90 |
| 7 | 1229000,00 zł | 82585,19 | 82,58% | 310957,06 20,00 | 918042,9 80,00 | 183608,59 | 196640,00 | 165170,37 |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|
| | | | | 4 | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 25%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 310957,06 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | | |
|---|-----|---------------|-----|---------|
| - planowany koszt całkowity | --- | 1554785,30 zł | | |
| - planowana kwota środków własnych | --- | 310957,06 zł | | |
| - planowana kwota kredytu | --- | 1243828,24 zł | | |
| - przewidywana premia termomodernizacyjna | --- | 170660,81 zł | | |
| - roczne oszczędności kosztów energii | --- | 85330,40 zł | tj. | 92,31 % |

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 13 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

wybrano wariant o najniższym SPBT

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

wybrano wariant o najniższym SPBT

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana na gruncie**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 8 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Polistyren ekstrudowany

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: PANELROCK F

Uwagi:

Wybrano wariant o najniższym SPBT

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,350 W/(m²·K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

...

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Zaproponowano zastosowanie paneli fotowoltaicznych do ogrzewania c.w.u.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

W wariantcie zaproponowano montaż pomp wykorzystujących ciepło resublimacji. Dodatkowo zaproponowano zastosowanie do zasilania energię z paneli fotowoltaicznych.