

**AUTORSKA PRACOWNIA PROJEKTOWA — JERZY BURDA**

67-222 Jerzmanowa; ul. Akacjowa 9

tel: 512-170-501

mail: biuro@app.glogow.pl

NIP: 693-000-26-57

REGON 390068211

| | | | |
|----------------|--------------|-------------------|------------|
| NUMER ZLECENIA | NUMER TECZKI | NUMER EGZEMPLARZA | WERSJA |
| 2021003 | 02 | 01 | w01 |

AUDYT ENERGETYCZNY

| | |
|-------------------------------------|---|
| NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO | BUDYNEK "ZIELONE WARSZTATY" |
| ADRES BUDOWY | 67-200 Głogów; ul. Folwarczna 55 |
| DZIAŁKI EWIDENCYJNE | nr 461/3; obręb 0009 Żarków; jednostka ewidencyjna 020301_1 Głogów miasto |
| INWESTOR: | Zespół Szkół Przyrodniczych i Branżowych w Głogowie; 67-200 Głogów; ul. Folwarczna 55 |
| | |

ZESPÓŁ AUTORSKI

| FUNKCJA | IMIĘ I NAZWISKO / SPECJALNOŚĆ | PODPIS / NUMER UPRAWNIENÍ |
|--------------------------------------|--|---------------------------|
| PROJEKTANT - BRANŻA SANITARNA: | mgr. inż. Jerzy Burda specjalność: instalacyjno- inżynierska | |
| | | |

DATA OPRACOWANIA: 2021-03-27

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

| | | | |
|--|---|---|-----------------|
| 1. Dane identyfikacyjne budynku | | | |
| 1.1 Rodzaj budynku | <i>Użyteczności publicznej</i> | 1.2 Rok budowy | 1930 |
| 1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości) | Zespół Szkół Przyrodniczych i Branżowych w Głogowie | 1.4 Adres budynku | |
| | ul. Folwarczna 55 67-200 Głogów PESEL: | ul. Folwarczna 55 67-200 Głogów DOLNOŚLĄSKIE Budynek "Zielone Warsztaty" | |
| 2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt: | | | |
| Autorska Pracownia Projektowa - Jerzy Burda 67-222 Jerzmanowa; ul. Akacyjowa 9 REGON: 390068211 | | | |
| 3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: | | | |
| Jerzy Burda 67-222 Jerzmanowa; ul. Akacyjowa 9 | | | podpis |
| 4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac | | | |
| Lp. | Imię i nazwisko | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | |
| 1 | --- | --- | |
| 5. Miejsowość: Głogów | | Data wykonania opracowania | marzec 2021 |
| 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 10. Załącznik nr 2. - dokumentacja fotograficzna budynku 11. Załącznik nr 3. - zapotrzebowanie na ciepło budynku przed modernizacją 12. Załącznik nr 4. - zapotrzebowanie na ciepło budynku po modernizacji | | | |

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 | 1 | 1 |
| 2.1.3. | Kubatura części ogrzewanej [m ³] | 925,74 | 925,74 |
| 2.1.4. | Powierzchnia użytkowa budynku [m ²] | 308,58 | 308,58 |
| 2.1.5. | Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²] | 0,00 | 0,00 |
| 2.1.6. | Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%] | 0,00 | 0,00 |
| 2.1.7. | Liczba lokali mieszkalnych | 0,00 | 0,00 |
| 2.1.8. | Liczba osób użytkujących budynek | 60,00 | 60,00 |
| 2.1.9. | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej | Miejscowe | Centralne |
| 2.1.10. | Rodzaj systemu grzewczego budynku | Centralne | Centralne |
| 2.1.11. | Współczynnik A/V [1/m] | 0,68 | 0,68 |
| 2.1.12. | Inne dane charakteryzujące budynek | Budynek o konstrukcji tradycyjnej ze ścianami wykonanymi z cegły ceramicznej pełnej. Budynek nie podpiwniczony. Wejścia do budynku typu bezpośredniego - bez przedsionka. Stropodach o konstrukcji żelbetowej pokryty papą asfaltową. Energia ciepła na potrzeby c.o. z miejskiej sieci ciepłowniczej oraz c.w.u. z sieci elektroenergetycznej. . | |
| 2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K) | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.2.1. | Ściany zewnętrzne | 1,47 | 0,20 |
| 2.2.2. | Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami | ; | ; |
| 2.2.3. | Strop nad piwnicą | --- | --- |
| 2.2.4. | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych | 0,88; 0,87 | 0,88; 0,87 |
| 2.2.5. | Okna, drzwi balkonowe | 0,90; 5,00; 0,90; | 0,90; 0,90; 0,90; |
| 2.2.6. | Drzwi zewnętrzne/bramy | 5,00 | 1,30 |
| 2.2.7. | Ściany wewnętrzne | 1,30 | 1,30 |
| 2.2.8. | Stropy zewnętrzne | 0,80 | 0,15 |
| 2.2.9. | Drzwi wewnętrzne | 1,30 | 1,30 |
| 2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.3.1. | Sprawność wytwarzania | 0,950 | 0,990 |
| 2.3.2. | Sprawność przesyłu | 0,800 | 0,960 |
| 2.3.3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 0,820 | 0,930 |
| 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 | 0,980 |

| 2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
|--|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| 2.4.1. | Sprawność wytwarzania | 0,960 | 2,600 |
| 2.4.2. | Sprawność przesyłu | 0,800 | 0,800 |
| 2.4.3. | Sprawność regulacji i wykorzystania | 1,000 | 1,000 |
| 2.4.4. | Sprawność akumulacji | 0,800 | 0,850 |
| 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] | 1851,48 | 1851,48 |
| 2.5.1.4. | Krotność wymian powietrza [1/h] | 2,00 | 2,00 |
| 2.6. Charakterystyka energetyczna budynku | | Stan przed termomodernizacją | Stan po termomodernizacji |
| 2.6.1. | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW] | 58,80 | 34,02 |
| 2.6.2. | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW] | 1,80 | 3,14 |
| 2.6.3. | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 337,26 | 174,77 |
| 2.6.4. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] | 541,17 | 193,78 |
| 2.6.5. | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok] | 15,21 | 15,13 |
| 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)] | 303,59 | 157,32 |
| 2.6.9. | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)] | 487,15 | 174,43 |
| 2.6.10* * | Udział odnawialnych źródeł energii [%] | 0 | 3,89 |
| 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] | 74,81 | 74,81 |
| 2.7.2. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc | 10345,47 | 10345,47 |

| | | | |
|--------|--|---------|------|
| | *** [zł/(MW·m-c)] | | |
| 2.7.3. | Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³] | 84,61 | 6,16 |
| 2.7.4. | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)] | 3874,50 | 0,00 |
| 2.7.5. | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)] | 12,90 | 5,14 |
| 2.7.6. | Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c] | 5,61 | 5,61 |
| 2.7.7. | Inne [zł] | 0,00 | 0,00 |

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | |
|---|-----------|--|-----------|
| Planowana kwota kredytu [zł] | 510940,90 | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 62,45 |
| Planowane koszty całkowite [zł] | 510940,90 | Premia termomodernizacyjna [zł] | 434299,77 |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] | 31458,50 | | |

2.9. Inne

Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku zostanie zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 8,90 kW.

Z audytu energetycznego wynika, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.

* 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 z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw.
2. Ustawa z dnia 23 stycznia 2020 r. o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
3. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 24 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.
5. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
6. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
7. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o efektywności energetycznej.
8. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

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-TERMOCAD PRO 7.5

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:

0 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

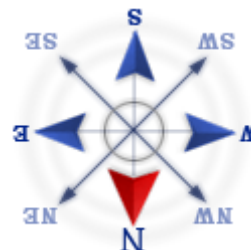
4.1. Ogólne dane techniczne

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Konstrukcja/technologia budynku | - | tradycyjna |
| Kubatura budynku | - | 925,74 m ³ |
| Kubatura ogrzewania | - | 925,74 m ³ |
| Powierzchnia netto budynku | - | 308,58 m ² |
| Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej | - | 0,00 m ² |
| Współczynnik kształtu | - | 0,68 m ⁻¹ |
| Powierzchnia zabudowy budynku | - | 761,57 m ² |
| Ilość mieszkań | - | 0,00 |
| Ilość mieszkańców | - | 60,00 |

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

| | | |
|--------------------|------------------|-----------------------|
| Ściany zewnętrzne | 1,47 | W/(m ² ·K) |
| Dach/stropodach | --- | W/(m ² ·K) |
| Strop piwnicy | --- | W/(m ² ·K) |
| Okna | 0,90; 5,00; 0,90 | W/(m ² ·K) |
| Drzwi/bramy | 5,00 | W/(m ² ·K) |
| Okna połaciowe | --- | W/(m ² ·K) |
| Ściany wewnętrzne | 1,30 | W/(m ² ·K) |
| Stropy zewnętrzne | 0,80 | W/(m ² ·K) |
| Podłogi na gruncie | 0,88; 0,87 | W/(m ² ·K) |
| Drzwi wewnętrzne | 1,30 | 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 | 74,81 zł/GJ | 74,81 zł/GJ |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie | 10345,47 zł/(MW·m-c) | 10345,47 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 | 151,91 zł/GJ | 0,00 zł/GJ |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. | 3874,50 zł/(MW·m-c) | 0,00 zł/(MW·m-c) |
| Inne koszty, abonament | 5,61 zł/m-c | 5,61 zł/m-c |

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Węzeł cieplny istniejący 100%

| | | |
|--------------------|--|-------------------|
| Wytwarzanie | Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej powyżej 300kW Ciepło z kogeneracji - węgiel kamienny | $h_{H,g} = 0,950$ |
| Przesyłanie ciepła | C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w | $h_{H,d} = 0,800$ |

| | | |
|--|--|-------------------|
| | ogrzewany budynek z nieizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej | |
| Regulacja systemu grzewczego | Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji automatycznej miejscowej | $h_{H,e} = 0,820$ |
| Akumulacja ciepła | Brak zasobnika buforowego | $h_{H,s} = 1,000$ |
| 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 $h_{H,tot} = h_{H,g} h_{H,d} h_{H,e} h_{H,s} =$ | | 0,623 |
| Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu | Ogrzewanie bez przerw w cyklu dobowym oraz tygodniowym. | |
| Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie) | | --- MW |
| 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej | | |
| Podgrzewacze elektryczne 100% | | |
| Wytwarzanie ciepła | Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat) | $h_{W,g} = 0,960$ |
| Przesył ciepłej wody | Podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym | $h_{W,d} = 0,800$ |
| Regulacja i wykorzystanie | --- | $h_{W,e} = 1,000$ |
| Akumulacja ciepła | Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000 | $h_{W,s} = 0,800$ |
| Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$ | | 0,614 |
| 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 | 1851,48 | |
| Krotność wymian powietrza | 2,00 | |

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 40 | Ściana zewnętrzna z cegły ceramicznej pełnej obustronnie otynkowana. Zły stan techniczny tynków zewnętrznych - liczne "odparzenia". Współczynnik przenikania ciepła dla ściany nie spełnia aktualnych wymogów obowiązujących Warunków Technicznych. Przegroda wytypowana do dodatkowej izolacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. |
| Ściana wewnętrzna 40 | Przegroda nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | przedsięwzięcia. |
| Strop zewnętrzny | Stropodach żelbetowy niewentylowany. Warstwa izolacji została wykonana ze styropianu kilkadziesiąt lat temu. Z uwagi na tak długi okres eksploatacji jego struktura uległa zmianie i nie spełnia on swojego pierwotnego zadania. Przy obliczaniu współczynnika przenikania ciepła dla tego stropodachu uwzględniono niską jakość istniejącej izolacji termicznej. Współczynnik przenikania ciepła dla stropodachu nie spełnia aktualnych wymogów obowiązujących Warunków Technicznych. Przegroda wytypowana do dodatkowej izolacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. |
| Podłoga na gruncie terakota | Przegroda nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia. |
| Podłoga na gruncie posadzka betonowa | Przegroda nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia. |
| Drzwi zewnętrzne DZ STAL | Drzwi i wrota zewnętrzne wykonane z kształtowników i blachy stalowej w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na drzwi i wrota o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. |
| Okno zewnętrzne OZ PCV | Przegroda w dobrym stanie technicznym - nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia. |
| Okno zewnętrzne OZ STAL | Okna zewnętrzne pojedynczo szklone z ościeżnicami z kształtowników stalowych w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na okna wykonane z tworzywa sztucznego o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. |
| Drzwi wewnętrzne DW 1 | Przegroda nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia. |
| Okno połaciowe OPZ 1 | Przegroda w dobrym stanie technicznym - nie wytypowana do modernizacji w ramach niniejszego przedsięwzięcia. |
| System grzewczy | Energia cieplna na potrzeby centralnego ogrzewania dostarczana jest do budynku ze zdalaczynnej miejskiej sieci ciepłowniczej do centralnego węzła cieplnego zlokalizowanego w pobliskim budynku. Węzeł ten wytypowany został przez Inwestora do gruntownej modernizacji. Instalacja centralnego ogrzewania wykonana została z rur stalowych czarnych przy zastosowaniu grzejników członowych żeliwnych oraz grzejników z rur stalowych ożebrowanych. Instalacja pracuje w układzie zamkniętym. Część rurociągów oraz grzejników pochodzi z okresu przed II wojną światową. Instalacja została wytypowana przez Inwestora do gruntownej modernizacji. |
| Instalacja ciepłej wody użytkowej | Budynek wyposażony obecnie w lokalne podgrzewacze pojemnościowe ciepłej wody użytkowej zasilane z komunalnej sieci elektroenergetycznej. Istniejący system jest znacznie wyeksploatowany oraz generuje wysokie koszty eksploatacyjne - został wytypowany do całkowitej wymiany. |

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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 40 | | |
| 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 : | 246,49m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 246,49m² | |
| Stopniodni: 2342,26 dzień·K/rok | $t_{wo}=$ 15,63 °C | $t_{zo}=$ -18,00 °C |

| | Stan istniejący | Wariant numer | | | | |
|--|----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 | Wariant 1.3 | |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 74,81 | 74,81 | 74,81 | 74,81 | |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW·m-c) | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 | |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 1,470 | 0,195 | 0,185 | 0,176 | 0,168 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 0,68 | 5,12 | 5,40 | 5,68 | 5,96 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 4,44 | 4,72 | 5,00 | 5,28 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 73,32 | 9,73 | 9,23 | 8,78 | 8,37 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0122 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0014 |
| Roczna oszczędność kosztów D O | zł/rok | --- | 6068,81 | 6116,58 | 6159,67 | 6198,74 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 273,70 | 280,03 | 286,35 | 292,68 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 82979,72 | 84898,84 | 86814,92 | 88734,04 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 13,67 | 13,88 | 14,09 | 14,31 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 82979,72 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 13,67 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 16 cm

Informacje uzupełniające:

Ściany z cegły ceramicznej pełnej w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się wykonanie ocieplenia ze styropianu wraz z tynkiem cienkowarstwowym systemowym i malowaniem kolorystycznym elewacji. Rozpatrzono cztery warianty grubości docieplenia: 16, 17, 18 oraz 19 cm. Optymalnym wariantem, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy, jest izolacja płytami o grubości 16 cm. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.

| Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie | | |
|--|--|----------------------|
| Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny | | |
| Proponowany materiał dodatkowej izolacji: | Wariant 1, Styropapa, $\lambda = 0,045$ [W/(m·K)]; | |
| Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s : | 290,58m² | |
| Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k : | 290,58m² | |
| Stopniodni: 2342,26 dzień·K/rok | $t_{wo} = 14,74$ °C | $t_{zo} = -18,00$ °C |

| | Stan istniejący | Wariant numer | | | | |
|--|----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | Wariant 1 | Wariant 1.1 | Wariant 1.2 | Wariant 1.3 | |
| Opłata za 1 GJ Oz | zł/GJ | 74,81 | 74,81 | 74,81 | 74,81 | |
| Opłata za 1 MW Om | zł/(MW·m-c) | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 | |
| Inne koszty, abonament A_b | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b | cm | --- | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 0,801 | 0,147 | 0,142 | 0,138 | 0,134 |
| Opór cieplny R | (m ² K)/W | 1,25 | 6,80 | 7,03 | 7,25 | 7,47 |
| Zwiększenie oporu cieplnego ΔR | (m ² K)/W | --- | 5,56 | 5,78 | 6,00 | 6,22 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 47,08 | 8,64 | 8,37 | 8,11 | 7,87 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0076 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0013 |
| Roczna oszczędność kosztów D O | zł/rok | --- | 3647,69 | 3673,63 | 3697,97 | 3720,87 |
| Cena jednostkowa usprawnienia K_i | zł/m ² | --- | 210,50 | 213,00 | 215,50 | 218,00 |
| Koszty realizacji usprawnienia N_u | zł | --- | 75235,31 | 76128,84 | 77022,38 | 77915,91 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 20,63 | 20,72 | 20,83 | 20,94 |

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 75235,31 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 20,63 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

Ze względu na konstrukcję stropodachu, konieczne jest ułożenie warstwy docieplenia na górnej powierzchni stropodachu. Projektuje się docieplenie płytami styropianowymi laminowanymi papą (styropapa). Rozpatrzono cztery warianty grubości docieplenia: 25, 26, 27 oraz 28 cm. Optymalnym wariantem, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy, jest izolacja płytami o grubości 25 cm. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.

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 STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 478,00 m ³ /h | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 17,68 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 17,68 m ² | |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 17,68 m ² | |
| Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 | |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4) | |
| Stopniodni: 3467,70 dzień·K/rok qi = 20,00 °C qe = -18,00 °C | |

| | Stan istniejący | Wariant numer | | |
|--|----------------------|---------------|----------|----------|
| | | W1 | W2 | |
| Opłata za 1 GJ | zł/GJ | 74,81 | 74,81 | 74,81 |
| Opłata za 1 MW | zł/(MW·m-c) | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 |
| Inne koszty, abonament | zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | | 1,35 | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | | 1,20 | 1,00 | 0,85 |
| Współczynnik a | | --- | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U | W/(m ² K) | 5,000 | 0,900 | 0,850 |
| Straty ciepła na przenikanie Q | GJ | 66,58 | 38,18 | 32,90 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q | MW | 0,0117 | 0,0068 | 0,0067 |
| Roczna oszczędność kosztów DO | zł/rok | --- | 2735,11 | 3133,97 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi | zł/m ² | --- | 1167,88 | 1350,60 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok | zł | --- | 25400,78 | 29374,84 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw | zł | --- | 0,00 | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT | lata | --- | 9,29 | 9,37 |

| |
|--|
| <p>Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1</p> <p>Charakterystyka wariantu optymalnego: Koszt realizacji wariantu optymalnego: 25400,78 zł Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 9,29 lat</p> <p>Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)</p> <p>Modernizacja systemu wentylacji</p> <p>U= 0,90</p> <p>Informacje uzupełniające: Okna zewnętrzne pojedynczo szklone z ościeżnicami z kształowników stalowych w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na okna wykonane z tworzywa sztucznego o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. Rozpatrzono dwa warianty konstrukcyjne Wybrano optymalny wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.</p> |
|--|

| |
|---|
| Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji |
| Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' |
| Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 830,35 m ³ /h |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 57,01 m ² |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 57,01 m ² |
| Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 57,01 m ² |
| Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00 |
| Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4) |
| Stopniodni: 1941,01 dzień·K/rok qi = 13,27 °C qe = -18,00 °C |

| | Stan istniejący | Wariant numer | |
|---|-----------------|---------------|-----------|
| | | W1 | W2 |
| Opłata za 1 GJ zł/GJ | 74,81 | 74,81 | 74,81 |
| Opłata za 1 MW zł/(MW·m-c) | 10345,47 | 10345,47 | 10345,47 |
| Inne koszty, abonament zł/m-c | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Współczynnik c _m | 1,35 | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik c _r | 1,20 | 1,00 | 0,85 |
| Współczynnik a | --- | --- | --- |
| Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K) | 5,000 | 1,300 | 1,200 |
| Straty ciepła na przenikanie Q GJ | 120,15 | 72,72 | 62,72 |
| Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW | 0,0208 | 0,0111 | 0,0110 |
| Roczna oszczędność kosztów DO zł/rok | --- | 4750,95 | 5521,11 |
| Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ² | --- | 1295,00 | 1520,00 |
| Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł | --- | 90807,74 | 106585,15 |
| Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł | --- | 0,00 | 0,00 |
| Prosty czas zwrotu SPBT lata | --- | 19,11 | 19,31 |

| |
|---|
| Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1 |
| Charakterystyka wariantu optymalnego: |
| Koszt realizacji wariantu optymalnego: 90807,74 zł |
| Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,11 lat |
| Stolarka szczelna (0,5 < a < 1) |
| Modernizacja systemu wentylacji |
| U= 1,30 |
| Informacje uzupełniające: |
| Drzwi i wrota zewnętrzne wykonane z kształtowników i blachy stalowej w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na drzwi i wrota o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. Rozpatrzono dwa warianty konstrukcyjne Wybrano optymalny wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm. |

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 ciepłej wody użytkowej

| | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|---|---|-----------------|-----------|
| Ciepło właściwe wody c_w | [kJ/(kg·K)] | 4,18 | 4,18 |
| Gęstość wody ρ_w | [kg/m ³] | 1000 | 1000 |
| Temperatura ciepłej wody θ_w | [°C] | 55 | 55 |
| Temperatura zimnej wody θ_o | [°C] | 10 | 10 |
| Współczynnik korekcyjny k_R | [-] | 0,55 | 0,90 |
| Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f | [m ²] | 308,58 | 308,58 |
| Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WU} | [dm ³ /(m ² ·doba)] | 0,80 | 1,40 |
| Czas użytkowania τ | [h] | 18,00 | 18,00 |
| Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h | [-] | 2,50 | 2,50 |
| Sprawność wytwarzania $\eta_{W,q}$ | [-] | 0,96 | 2,60 |
| Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$ | [-] | 0,80 | 0,80 |
| Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$ | [-] | 0,80 | 0,85 |
| Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} | [GJ/rok] | 15,21 | 15,13 |
| Max moc cieplna q_{cwu} | [kW] | 1,80 | 3,14 |

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej

| | | Stan istniejący | Wariant 1 |
|---|---------|-----------------|-----------|
| Opłata za 1 GJ | [zł/GJ] | 151,91 | 0,00 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. | [zł/MW] | 3874,50 | 0,00 |
| Inne koszty, abonament | [zł] | 5,61 | 5,61 |
| Roczna oszczędność kosztów DO | [zł/a] | --- | 2393,81 |
| Koszt modernizacji N_u | [zł] | --- | 68206,06 |
| SPBT | [lat] | --- | 28,49 |

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej dla wariantu optymalnego

| Planowane usprawnienia: | Nakłady |
|---|-----------------|
| Budowa wewnętrznej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z obiegiem cyrkulacyjnym. | 28846,06 |
| Montaż pompy ciepła typu powietrze-woda do podgrzewu ciepłej wody użytkowej. | 39360,00 |
| --- | --- |
| Suma: | 68206,06 |

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu ciepłej wody użytkowej

| Pompa ciepła 100% | |
|---|---|
| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
| Ulepszenie sprawności wytwarzania h_g | Pompa ciepła typu powietrze-woda zasilana energią elektryczną pozyskaną z projektowanej baterii paneli fotowoltaicznych |
| Ulepszenie sprawności przesyłu h_d | Centralna instalacja ciepłej wody użytkowej wyposażona w układ cyrkulacyjny sterowany automatycznie - wyłączenie w okresach nieużytkowania obiektu. |
| Ulepszenie sprawności akumulacji h_s | Montaż nowego centralnego zasobnika ciepłej wody o zmniejszonych stratach energii cieplnej. |

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 |
|--|-----------------|-----------|
| Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ] | 74,81 | 74,81 |
| Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW] | 10345,47 | 10345,47 |
| Inne koszty, abonament [zł] | 0,00 | 0,00 |
| Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową [GJ] | 337,26 | |
| Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW] | 0,0588 | |
| Sprawność systemu grzewczego | 0,623 | 0,884 |
| Roczna oszczędność kosztów DO [zł/a] | --- | 12510,44 |
| Koszt modernizacji [zł] | --- | 118308,10 |
| SPBT [lat] | --- | 9,46 |

Informacje uzupełniające:

Rozpatrywany budynek warsztatu jest zasilany w energię cieplną z centralnego węzła cieplnego zlokalizowanego w sąsiednim budynku szkoły. Węzeł cieplny oraz instalacja centralnego ogrzewania wytypowane zostały przez Inwestora do gruntownej modernizacji. Węzeł wyposażony zostanie w automatykę pogodową. Instalacja co wyposażona zostanie w termostaty przygrzejnikowe nowej generacji z zabezpieczeniem przed manipulacją przez uczniów. Instalacja c.o. wyposażona zostanie w regulatory podpionowe oraz strefowe.

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

| Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych | Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w |
|---|--|
| Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $h_{H,g}$ | 0,990 |
| Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $h_{H,d}$ | 0,960 |
| Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $h_{H,e}$ | 0,930 |
| Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $h_{H,s}$ | 1,000 |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t | 1,000 |
| Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d | 0,980 |

| | |
|--|-------|
| Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,q} \cdot h_{H,d} \cdot h_{H,e} \cdot h_{H,s}$ | 0,884 |
|--|-------|

*) - 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 |
|---|------------------|
| Modernizacja węzła ciepłego - udział w kosztach dotyczących modernizacji centralnego węzła ciepłego zlokalizowanego w budynku sąsiednim. Wyposażenie węzła ciepłego w automatykę pogodową z zegarem dobowym oraz tygodniowym. | 44280,00 |
| Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników o niskiej bezwładności cieplnej. Wyposażenie instalacji w termostaty przygrzejnikowe oraz regulatory strefowe. | 74028,10 |
| Suma: | 118308,10 |

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

| Węzeł ciepły projektowany 100% | |
|--|---|
| Usprawnienia termomodernizacyjne | Opis zastosowanych usprawnień |
| Ulepszenie sprawności wytwarzania h_g | Wymiana tradycyjnego węzła ciepłego na kompaktowy, wyposażony w obudowę. |
| Ulepszenie sprawności przesyłu h_d | Wymiana zewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania biegnącej z węzła ciepłego zlokalizowanego w sąsiednim budynku szkoły do rozpatrywanego budynku sportowego. W miejsce rurociągów tradycyjnych zmontowanych w kanale podziemnym zmontowane zostaną rurociągi preizolowane o wysokiej sprawności energetycznej. |
| Ulepszenie sprawności regulacji h_e | Wymiana instalacji c.o. wraz z jej wyposażeniem w regulację centralną i miejscową z zaworami termostatycznymi o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami optymalizacyjną i adaptacyjną. |
| Ulepszenie sprawności akumulacji h_s | ... |
| Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d | Dzięki zastosowaniu nowoczesnej automatyki w węźle ciepłym, możliwe będzie osłabianie ogrzewania w czasie przerw w użytkowaniu budynku. |

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 OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 zł | 9,29 |
| 2. | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40 | 82979,72 zł | 13,67 |
| 3. | Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 90807,74 zł | 19,11 |
| 4. | Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny | 75235,31 zł | 20,63 |

| | | | |
|----|--|-------------|-------|
| 5. | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 68206,06 zł | 28,49 |
| 6. | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 zł | --- |
| 7. | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 zł | --- |
| 8. | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 zł | --- |
| | | | |
| | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 | 9,46 |

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant 1 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 |
| 2 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40 | 82979,72 |
| 3 | Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 90807,74 |
| 4 | Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny | 75235,31 |
| 5 | Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej | 68206,06 |
| 6 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 7 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 8 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 9 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 510940,90 |

| Wariant 2 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 |
| 2 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40 | 82979,72 |
| 3 | Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 90807,74 |
| 4 | Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny | 75235,31 |
| 5 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 6 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 7 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 8 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 442734,84 |

| Wariant 3 | | |
|------------------|--|----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 |
| 2 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40 | 82979,72 |

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| 3 | Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 90807,74 |
| 4 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 5 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 6 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 7 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 367499,53 |

| Wariant 4 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 |
| 2 | Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40 | 82979,72 |
| 3 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 4 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 5 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 6 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 276691,79 |

| Wariant 5 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja przegrody OZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna' | 25400,78 |
| 2 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 3 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 4 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 5 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 193712,06 |

| Wariant 6 | | |
|------------------|--|-----------|
| | Usprawnienie | Koszt |
| 1 | Modernizacja systemu grzewczego | 118308,10 |
| 2 | Instalacja fotowoltaiczna | 30323,19 |
| 3 | Audyt i/lub inna dokumentacja techniczna | 1230,00 |
| 4 | Dokumentacja techniczna umożliwiająca realizację planowanych rozwiązań termomodernizacyjnych | 18450,00 |
| Całkowity koszt | | 168311,29 |

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 ciepłoty 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 | 0,0588 | 337,26 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 70,85 | 0,68 |
| 1 | 0,0340 | 174,77 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 52,71 | 0,68 |
| 2 | 0,0340 | 174,77 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 52,71 | 0,68 |
| 3 | 0,0402 | 213,22 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 59,42 | 0,68 |
| 4 | 0,0455 | 256,69 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 59,43 | 0,68 |
| 5 | 0,0560 | 322,30 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 70,85 | 0,68 |
| 6 | 0,0588 | 337,26 | 15,04 | 308,58 | 925,74 | 925,74 | 925,74 | 70,85 | 0,68 |

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Wariant | $Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$ | $Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$ | $h_{0,1}$ | $W_{t0,1}$ | $W_{d0,1}$ | $Q_{0,1}$ | $O_{0,1}$ | DO | %DO |
|---------|------------------------------|------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|
| - | GJ MW | GJ MW | - | - | - | GJ | zł | zł | % |
| 0 | 337,26 0,0588 | 15,21 0,0018 | 0,62 | 1,00 | 1,00 | 556,38 | 50245,36 | --- | --- |
| 1 | 174,77 0,0340 | 15,13 0,0031 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 208,91 | 18786,86 | 31458,50 | 62,61 |
| 2 | 174,77 0,0340 | 15,21 0,0018 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 208,98 | 21180,67 | 29064,69 | 57,85 |
| 3 | 213,22 0,0402 | 15,21 0,0018 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 251,61 | 25141,71 | 25103,65 | 49,96 |
| 4 | 256,69 0,0455 | 15,21 0,0018 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 299,81 | 29398,45 | 20846,90 | 41,49 |
| 5 | 322,30 0,0560 | 15,21 0,0018 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 372,56 | 36152,41 | 14092,95 | 28,05 |
| 6 | 337,26 0,0588 | 15,21 0,0018 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 389,14 | 37734,92 | 12510,44 | 24,90 |

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

| Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego | Planowane koszty całkowite | Roczne oszczędności kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) | Minimalna kwota kredytu ^{*)} | Premia termomodernizacyjna |
|---|----------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|
| | [zł] | [zł/rok] | [%] | [zł, %] | [zł] |
| 1. | 510940,90 | 31458,50 | 62,45 | 255470,45 | 434299,77 |
| 2. | 442734,84 | 29064,69 | 62,44 | 221367,42 | 376324,62 |
| 3. | 367499,53 | 25103,65 | 54,78 | 183749,76 | 312374,60 |
| 4. | 276691,79 | 20846,90 | 46,11 | 138345,89 | 235188,02 |
| 5. | 193712,06 | 14092,95 | 33,04 | 96856,03 | 164655,25 |
| 6. | 168311,29 | 12510,44 | 30,06 | 84155,64 | 143064,59 |

*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| | | | |
|---|-----|--------------|-------------|
| - planowany koszt całkowity | --- | 510940,90 zł | |
| - planowana kwota środków własnych | --- | 0,00 zł | |
| - planowana kwota kredytu | --- | 510940,90 zł | |
| - przewidywana premia termomodernizacyjna | --- | 434299,77 zł | |
| - roczne oszczędności kosztów energii | --- | 31458,50 zł | tj. 62,61 % |

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

| |
|--|
| <p>P1</p> <p>Usprawnienie: Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna 40</p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 16 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA</p> <p>Uwagi:</p> <p>Ściany z cegły ceramicznej pełnej w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się wykonanie ocieplenia ze styropianu wraz z tynkiem cienkowarstwowym systemowym i malowaniem kolorystycznym elewacji. Rozpatrzono cztery warianty grubości docieplenia: 16, 17, 18 oraz 19 cm. Optymalnym wariantem, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy, jest izolacja płytami o grubości 16 cm. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.</p> |
|--|

| |
|--|
| <p>P2</p> <p>Usprawnienie: Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny</p> <p>Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm</p> <p>Zastosowany materiał izolacji termicznej: Styropapa</p> <p>Uwagi:</p> <p>Ze względu na konstrukcję stropodachu, konieczne jest ułożenie warstwy docieplenia na górnej powierzchni stropodachu. Projektuje się docieplenie płytami styropianowymi laminowanymi papą (styropapa). Rozpatrzono cztery warianty grubości docieplenia: 25, 26, 27 oraz 28</p> |
|--|

cm. Optymalnym wariantem, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy, jest izolacja płytami o grubości 25 cm. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.

O1

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

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

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

Uwagi:

Okna zewnętrzne pojedynczo szklone z ościeżnicami z kształowników stalowych w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na okna wykonane z tworzywa sztucznego o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. Rozpatrzono dwa warianty konstrukcyjne Wybrano optymalny wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ STAL 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m²·K)

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

Uwagi:

Drzwi i wrota zewnętrzne wykonane z kształowników i blachy stalowej w złym stanie technicznym - nie spełniają wymogów aktualnych Warunków Technicznych ze względu na niską izolacyjność termiczną. Planuje się ich wymianę na drzwi i wrota o współczesnej konstrukcji ze skuteczną izolacją termiczną. Rozpatrzono dwa warianty konstrukcyjne Wybrano optymalny wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów jest najniższy. Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych firm.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Budowa wewnętrznej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z obiegiem cyrkulacyjnym.
2. Montaż pompy ciepła typu powietrze-woda do podgrzewu ciepłej wody użytkowej.

Uwagi:

Budynek zostanie wyposażony w centralną pompę ciepła typu powietrze woda służącą do wytwarzania ciepłej wody użytkowej. Energia elektryczna na potrzeby pompy ciepła pochodzić będzie z projektowanej baterii ogniw fotowoltaicznych zamontowanych na dachu budynku. W związku z ww. centralizacją źródła ciepłej wody użytkowej planuje się także wybudowanie instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z cyrkulacją.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. Modernizacja węzła cieplnego - udział w kosztach dotyczących modernizacji centralnego węzła cieplnego zlokalizowanego w budynku sąsiednim. Wyposażenie węzła cieplnego w automatykę pogodową z zegarem dobowym oraz tygodniowym.
2. Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Montaż grzejników o niskiej bezwładności cieplnej. Wyposażenie instalacji w termostaty przygrzejnikowe oraz regulatory strefowe.

Uwagi:

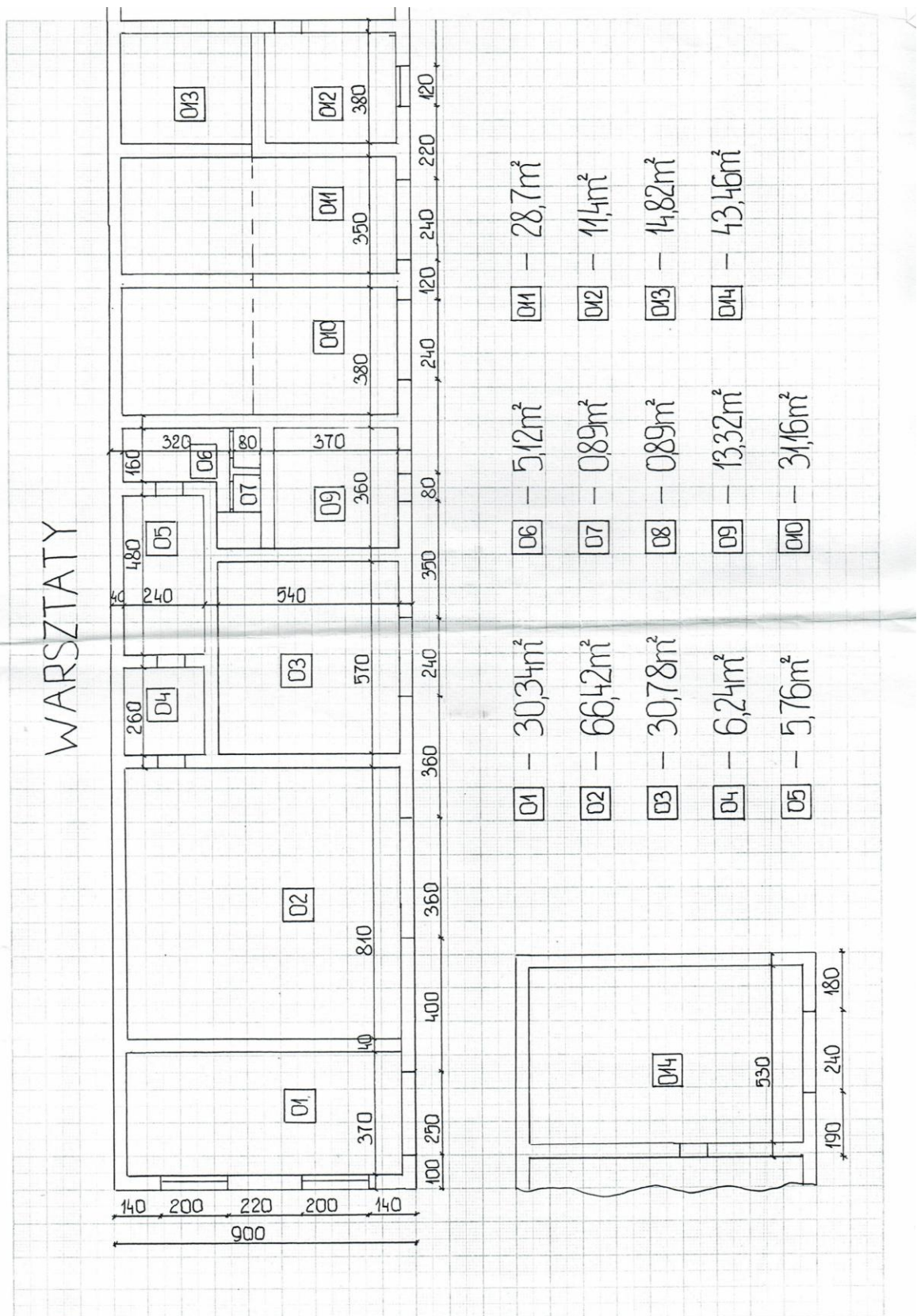
Rozpatrywany budynek warsztatu jest zasilany w energię cieplną z centralnego węzła cieplnego zlokalizowanego w sąsiednim budynku szkoły. Węzeł cieplny oraz instalacja centralnego ogrzewania wytypowane zostały przez Inwestora do gruntownej modernizacji. Węzeł wyposażony zostanie w automatykę pogodową. Instalacja co wyposażona zostanie w termostaty przygrzejnikowe nowej generacji z zabezpieczeniem przed manipulacją przez uczniów. Instalacja c.o. wyposażona zostanie w regulatory podpionowe oraz strefowe.

Mikroinstalacja

Usprawnienie: **Instalacja fotowoltaiczna**

Moc mikroinstalacji: 8,90 kW

DOKUMENTACJA TECHNICZNA BUDYNKU



rys. 1 - schemat przyziemia

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA BUDYNKU



fot. 1 - elewacja wschodnia



fot. 2 - elewacja północna



fot. 3 - elewacja zachodnia



fot. 4 - elewacja południowa

RAPORT OBLICZEŃ CIEPLNYCH POMIESZCZEŃ I BUDYNKU - STAN PRZED TERMOMODERNIZACJĄ



AUTORSKA PRACOWNIA PROJEKTOWA
ul. Akacyjowa 9; 67-222 Jerzmanowa
mail: biuro@app.glogow.pl; tel: 512-170-509

NAZWA OBIEKTU: Budynek "Zielone Warsztaty"

ADRES: ul. Folwarczna, 55

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-200, Głogów

NAZWA INWESTORA: Zespół Szkół Przyrodniczych i Branżowych w Głogowie

ADRES: ul. Folwarczna, 55

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-200, Głogów

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Autorska Pracownia projektowa - Jerzy Burda

ADRES: ul. Akacyjowa , 9

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-222, Jerzmanowa

PROJEKTANT

| Tytuł | Imię i nazwisko | Nr uprawnień | Data, podpis |
|-------|-----------------|--------------|--------------|
| | Jerzy Burda | 30/83/Lw | 2021-03-27 |

Głogów, 2021-03-27

| Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych | | | | | | |
|--|---|---|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych | | | | | | |
| Kody Element Materiał | Opis | <i>d</i> | λ | <i>R</i> | <i>U_c</i> | |
| | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) | |
| Ściana zewnętrzna 40, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 1 | 60 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | 0,04 | - | |
| | 1 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 2 | Cegła pełna zwykła | 0,360 | 0,780 | 0,462 | - |
| | 1 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | 0,13 | - | |
| | Grubość całkowita i <i>U_k</i> | | 0,40 | - | 0,68 | 1,47 |
| Ściana wewnętrzna 40, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 2 | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | 0,13 | - | |
| | 1 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 2 | Cegła pełna zwykła | 0,360 | 0,780 | 0,462 | - |
| | 1 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | 0,13 | - | |
| | Grubość całkowita i <i>U_k</i> | | 0,40 | - | 0,77 | 1,30 |
| Kody Element Materiał | Opis | <i>d</i> | λ | <i>R</i> | <i>U_c</i> | |
| | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) | |
| Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 3 | 62 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | 0,04 | - | |
| | 3 | Papa podwójnie bez posypania żwirkiem | 0,010 | 0,180 | 0,056 | - |
| | 4 | Podkład z betonu | 0,040 | 1,400 | 0,029 | - |
| | 5 | Styropian 10 | 0,040 | 0,045 | 0,889 | - |
| | 6 | Żelbet 2500 | 0,200 | 1,700 | 0,118 | - |
| | 1 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,820 | 0,018 | - |
| | 63 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | 0,10 | - | |
| | Grubość całkowita i <i>U_k</i> | | 0,31 | - | 1,25 | 0,80 |
| Podłoga na gruncie terakota, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 4 | 64 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | 0,00 | - | |
| | 7 | Piasek średni | 0,300 | 0,400 | 0,750 | - |
| | 8 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,200 | 1,000 | 0,200 | - |
| | 9 | Terakota | 0,010 | 1,000 | 0,010 | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | 65 | Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,17 | - |
| | Grubość całkowita i U_k | | 0,51 | - | 1,13 | 0,88 |
| Kody Element Materiał | Opis | | d | λ | R | U_c |
| | | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) |
| Podłoga na gruncie posadzka betonowa, przegroda jednorodna | | | | | | |
| | 64 | Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,00 | - |
| 5 | 7 | Piasek średni | 0,300 | 0,400 | 0,750 | - |
| | 8 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,200 | 1,000 | 0,200 | - |
| | 4 | Podkład z betonu | 0,050 | 1,400 | 0,036 | - |
| | 65 | Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,17 | - |
| | Grubość całkowita i U_k | | 0,55 | - | 1,16 | 0,87 |
| Drzwi zewnętrzne stalowe, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 6 | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 5 |
| Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 7 | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 0,9 |
| Okno zewnętrzne ościeża stalowe, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 8 | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 5 |
| Drzwi wewnętrzne, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 9 | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 1,3 |
| Okno połaciowe, przegroda jednorodna | | | | | | |
| 10 | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 0,9 |

Zestawienie typów mostków cieplnych

| Zestawienie typów mostków cieplnych | | |
|-------------------------------------|--|---------|
| Kod | Opis | Y_k |
| | | W/(m·K) |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 0,55 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 0,65 |
| C1 | Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną | -0,05 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 0,45 |
| W1 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica do zewnętrznej/ściana z izolacją zewnętrzną | 0 |

| Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania | | | | | |
|--|------------|--------------|------------|---------------------|-------|
| Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania | | | | | |
| Nr | Tryb pracy | Ilość godzin | Ilość dni | Temperatura t | Uwagi |
| | | h | - | °C | - |
| 1 | Standard | 24 | Codziennie | 15,0421318092 73 | |

| Obliczenia straty ciepła dla strefy | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|------------------|-----------------------|---------------------|
| Obliczenia straty ciepła dla strefy Strefa O | | | | | |
| Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia | | | | | |
| Kod | Element budowlany | Ilość | A _{obl} | U | A _{obl} *U |
| | | szt. | m ² | W/(m ² ·K) | W/K |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 8,33 | 1,47 | 12,25 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 5,86 | 5,00 | 29,28 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 28,68 | 1,47 | 42,15 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 14,19 | 1,47 | 20,86 |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 29,19 | 0,80 | 23,37 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 18,04 | 1,47 | 26,52 |
| 7 | Okno zewnętrzne | 1,00 | 10,01 | 0,90 | 9,01 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 28,71 | 1,47 | 42,20 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 2,21 | 1,47 | 3,25 |
| 3 | Strop wewnętrzny | 1,00 | 49,72 | 0,80 | 39,81 |
| 10 | Okno połaciowe | 1,00 | 18,00 | 0,90 | 16,20 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 25,39 | 1,47 | 37,32 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 1,20 | 5,00 | 6,00 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 2,37 | 5,00 | 11,83 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 1,62 | 5,00 | 8,10 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 0,93 | 5,00 | 4,64 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 1,83 | 5,00 | 9,14 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 30,11 | 1,47 | 44,26 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 0,79 | 5,00 | 3,95 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 2,00 | 1,22 | 5,00 | 6,08 |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 81,09 | 0,80 | 64,93 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 7,00 | 2,94 | 1,47 | 4,32 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 7,00 | 6,30 | 5,00 | 31,50 |
| 3 | Strop wewnętrzny | 7,00 | 10,40 | 0,80 | 8,33 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 11,71 | 1,47 | 17,21 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 2,88 | 5,00 | 14,40 |

| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 13,39 | 0,80 | 10,72 |
|-------------------------------|--|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 16,64 | 1,47 | 24,46 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 2,86 | 5,00 | 14,30 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 24,41 | 1,47 | 35,88 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 2,00 | 2,91 | 5,00 | 14,55 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 17,49 | 1,47 | 25,71 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 2,01 | 5,00 | 10,07 |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 44,39 | 0,80 | 35,54 |
| Suma elementów budynku | | S A_{obl}*U | | W/K | 993,64 |
| Kod | Mostek cieplny | Ilość | Y_k | I_k | Y_k*I_k |
| | | szt. | W/(m·K) | m | W/K |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 4,30 | 2,37 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 4,30 | 2,80 |
| C1 | Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną | 4,00 | -0,05 | 3,30 | -0,17 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 9,68 | 4,36 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,69 | 4,78 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,69 | 5,65 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,50 | 4,68 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,50 | 5,53 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 12,78 | 5,75 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,70 | 4,79 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,70 | 5,66 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 0,67 | 0,37 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 0,67 | 0,44 |
| W1 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica do zewnętrznej/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,00 | 18,00 | 0,00 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 10,10 | 5,56 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 10,10 | 6,57 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 4,40 | 1,98 |

| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 6,50 | 2,93 | |
|--|--|---|-------------------|------------|---------------------------|-----------------|
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 5,16 | 2,32 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 3,96 | 1,78 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 6,10 | 2,75 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 3,56 | 1,60 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,45 | 4,50 | 2,03 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 7,00 | 0,55 | 2,80 | 1,54 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 7,00 | 0,65 | 2,80 | 1,82 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 7,00 | 0,45 | 10,04 | 4,52 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 4,42 | 2,43 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 4,42 | 2,87 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 3,00 | 0,45 | 6,88 | 3,10 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 5,91 | 3,25 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 5,91 | 3,84 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 7,00 | 3,15 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 9,16 | 5,04 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 9,16 | 5,95 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 5,68 | 2,56 | |
| Suma mostków cieplnych | | $S Y_k \cdot I_k$ | | W/K | 193,91 | |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia | | $H_{D,i} = S A_{obl} \cdot U + S Y_k \cdot I_k$ | | | W/K | 1187,542 |
| Strata ciepła przez strefy nieogrzewane | | | | | | |
| Kod | Element budowlany | A_{obl} | U | b | $A_{obl} \cdot U \cdot b$ | |
| | | m^2 | $W/(m^2 \cdot K)$ | - | W/K | |
| Suma elementów budynku | | $S A_{obl} \cdot U \cdot b$ | | W/K | 0,00 | |
| Kod | Mostek cieplny | Y_k | I_k | b | $Y_k \cdot b$ | |
| | | $W/(m \cdot K)$ | m | - | W/K | |
| Suma mostków cieplnych | | $S Y_k \cdot I_k \cdot b$ | | W/K | 0,00 | |

| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy nieogrzewane | | $H_{U,i} = S A_{obl} * U * b + S Y_k * I_k * b$ | | | W/K | 0,000 |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|--|---------------|
| Straty ciepła przez grunt | | | | | | |
| Obliczenie B' | | A_g | P | B' = 2 * A_g / P | | |
| | | m ² | m | m | | |
| | | 380,78 | 101,88 | 7,48 | | |
| Kod | Element budowlany | U_k | U_{equiv} | A_k | A_k * U_{equiv} | |
| | | W/(m ² *K) | W/(m ² *K) | - | W/K | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 29,19 | 9,33 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 67,72 | 21,87 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 81,09 | 26,18 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 13,39 | 4,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 44,39 | 14,33 | |
| Współczynniki poprawkowe | | f_{g1} | f_{g2} | G_w | f_{g1} * f_{g1} * G_w | |
| | | - | - | - | - | |
| | | 1,45 | 0,18 | 1,00 | 0,27 | |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt | | H_{g,i} = (S A_k * U_{equiv}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w | | | W/K | 26,326 |
| Strata ciepła przez strefy sąsiadujące | | | | | | |
| Kod | Element budowlany | A_{obl} | U | A_{obl} * U | | |
| | | m ² | W/(m ² *K) | W/K | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 23,67 | 1,30 | 30,73 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 22,98 | 1,30 | 29,83 | | |
| 9 | Drzwi wewnętrzne | 1,80 | 1,30 | 2,34 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 23,28 | 1,30 | 30,22 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 12,00 | 1,30 | 15,58 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 7,80 | 1,30 | 10,13 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 10,20 | 1,30 | 13,24 | | |

| | | | | | |
|---|-----------------------|---|----------------------|------------------------------------|-----------------|
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 9,99 | 1,30 | 12,97 | |
| Suma elementów budynku | | S A_{obl}*U | | W/K | 524,45 |
| Kod | Mostek cieplny | Y_k | I_k | Y_k*I_k | |
| | | W/(m·K) | m | W/K | |
| Suma mostków cieplnych | | S Y_k*I_k | | W/K | 0,00 |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy sąsiadujące | | H_{zy,i} = S A_{obl}*U + S Y_k*I_k | | W/K | 524,445 |
| Współczynnik strat ciepła przez przenikanie | | H_{tr,i} = H_{D,i} + H_{g,i} + H_{U,i} | | W/K | 1213,868 |

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O

| Lp. | Typ przegrody | Symbol | Nazwa | A | U | H _T | H _% | |
|--|--------------------|---------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|----------------|------------|
| - | - | - | - | m ² | W/(m ² ·K) | W/K | % | |
| 1 | Ściana zewnętrzna | SZ 40 | Ściana zewnętrzna 40 | 246,49 | 1,47 | 482,08 | 39,71 | |
| 1 | Drzwi zewnętrzne | DZ STAL | Drzwi zewnętrzne stalowe | 57,01 | 5,00 | 329,85 | 27,17 | |
| 1 | Ściana wewnętrzna | SW 40 | Ściana wewnętrzna 40 | 396,78 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | |
| 1 | Strop zewnętrzny | STZ 1 | Strop zewnętrzny | 290,58 | 0,80 | 232,66 | 19,17 | |
| 1 | Podłoga na gruncie | PG BET | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 101,99 | 0,87 | 8,64 | 0,71 | |
| 1 | Okno zewnętrzne | OZ PCV | Okno zewnętrzne | 10,01 | 0,90 | 14,76 | 1,22 | |
| 1 | Drzwi wewnętrzne | DW 1 | Drzwi wewnętrzne | 7,20 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | |
| 1 | Okno połaciowe | OPZ 1 | Okno połaciowe | 18,00 | 0,90 | 16,20 | 1,33 | |
| 1 | Podłoga na gruncie | PG TER | Podłoga na gruncie terakota | 206,59 | 0,88 | 17,69 | 1,46 | |
| 1 | Okno zewnętrzne | OZ STAL | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 17,68 | 5,00 | 111,99 | 9,23 | |
| Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie | | | | | | H_T | 1213,87 | W/K |

Zestawienie strumieni powietrza wentylacyjnego

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | |
| Tryb pracy | Nr pom. | Nazwa | V | n_{min} | V_{min} | V_{inf} | V_c | | |
| - | - | - | m^3 | 1/h | m^3/h | m^3/h | m^3/h | | |
| Standard | 0.1 | 0.1 Magazyn bez stałej obsługi | 87,6 | 2,0 | 175,2 | 17,5 | 192,7 | | |
| Standard | 0.2 | 0.2 Sala lekcyjna | 203,1 | 2,0 | 406,3 | 40,6 | 446,9 | | |
| Standard | 0.3 | 0.3 Sala lekcyjna | 243,3 | 2,0 | 486,6 | 48,7 | 535,2 | | |
| Standard | 0.4 | 0.4 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.5 | 0.5 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.6 | 0.6 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.7 | 0.7 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.8 | 0.8 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.9 | 0.9 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.10 | 0.10 Pokój biurowy | 40,2 | 2,0 | 80,3 | 8,0 | 88,4 | | |
| Standard | 0.11 | 0.11 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.12 | 0.12 Sala lekcyjna | 133,2 | 2,0 | 266,3 | 26,6 | 293,0 | | |
| Zestawienie obliczeń dla wentylacji mieszanej | | | | | | | | | |
| Lp. | Tryb pracy | Typ wentylacji | V_c | V_{ex} | V_{sup} | b | h_{oc} | H_{ve} | Q_{ve} |
| - | - | - | m^3/h | m^3/h | m^3/h | - | - | W/K | kWh/rok |
| 1 | Standard | grawitacyjna | 2036,6 | - | - | - | - | 678,9 | 39502,4 |

Wentylacja

Obliczenia zysków ciepła od słońca

| Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|------------|------------|-------------|---------|-----|----------|------------|----------------|------------|------------|---------------------------|
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - |
| 0 | OZ PCV-Okno zewnętrzne | | | | | OZ PCV | | E | | 10,0 1 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 21,5 5 | 29,0 8 | 57,3 5 | 80,8 4 | 110, 22 | - | - | - | 61,2 0 | 42,5 9 | 19,9 9 | 18,1 8 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 105, 70 | 142, 61 | 281, 28 | 396, 49 | 540, 61 | - | - | - | 300, 19 | 208, 92 | 98,0 2 | 89,1 5 | kWh/m-c |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - |
| 1 | OPZ 1-Okno połaciowe | | | | | OPZ 1 | | N | | 18,0 0 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 19,5 5 | 23,1 0 | 49,1 8 | 77,8 7 | 118, 25 | - | - | - | 60,1 9 | 36,8 7 | 18,1 8 | 17,0 9 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 172, 40 | 203, 77 | 433, 79 | 686, 80 | 1043, 00 | - | - | - | 530, 85 | 325, 22 | 160, 37 | 150, 76 | kWh/m-c |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - |
| 2 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | | E | | 6,63 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 21,5 5 | 29,0 8 | 57,3 5 | 80,8 4 | 110, 22 | - | - | - | 61,2 0 | 42,5 9 | 19,9 9 | 18,1 8 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 69,9 8 | 94,4 2 | 186, 22 | 262, 50 | 357, 91 | - | - | - | 198, 74 | 138, 32 | 64,9 0 | 59,0 2 | kWh/m-c |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - |
| 3 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | | W | | 5,24 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 21,7 1 | 25,2 7 | 52,5 1 | 78,7 8 | 108, 47 | - | - | - | 62,1 8 | 44,9 5 | 20,7 9 | 18,5 8 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 55,6 8 | 64,8 3 | 134, 70 | 202, 10 | 278, 27 | - | - | - | 159, 51 | 115, 30 | 53,3 3 | 47,6 7 | kWh/m-c |

| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C |
|------------------|---|-----------|------------|------------|------------|---------|-----|----------|------------|----------------|-----------|-----------|---------------------------|
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - |
| 4 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | | N | | 5,82 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 19,5 5 | 23,1 0 | 46,4 4 | 65,8 9 | 88,8 0 | - | - | - | 57,1 1 | 35,7 5 | 18,1 8 | 17,0 9 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 55,7 4 | 65,8 9 | 132, 43 | 187, 91 | 253, 23 | - | - | - | 162, 86 | 101, 95 | 51,8 5 | 48,7 5 | kWh/m-c |

| Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|---------|--|
| Metoda uproszczona | | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Nazwa źródła/pomieszczenia | | | | | Af | | F | | Uwagi | | | | |
| - | - | | | | | m ² | | W/m ² | | - | | | | |
| 1 | Budynek warsztatów | | | | | 308,6 | | 5,0 | | | | | | |
| Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi F _{int} = | | | | | | | | | | 5,00 | | W/m ² | | |
| Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _f = | | | | | | | | | | 308,58 | | m ² | | |
| miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| Q _{int} | 1147 ,91 | 1036 ,83 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | kWh/m-c | |

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

| Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|----------------|-------------------|-------|------------------|----------------|--|
| I. Przegrody zewnętrzne | | | | | | | | |
| Nazwa przegrody | Symbol | Nazwa warstwy | c _p | ρ | d | A _{obl} | C _m | |
| | | | J/(kg·K) | kg/m ³ | m | m ² | kJ/K | |
| Ściana zewnętrzna 40 | SZ 40 | Od strony wewnętrznej | | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 246,4 9 | 7661 | |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 246,4 9 | 31235 | |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody C_m=S_iS_i(c_{p<i>ij</i>}*ρ_{ij}*d_{ij}*A_i)= | | | | | | 38895 | | |
| Strop zewnętrzny | STZ 1 | Od strony wewnętrznej | | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,015 | 290,5 8 | 6773 | |
| | | Żelbet 2500 | 840 | 2500 | 0,085 | 290,5 8 | 51868 | |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody C_m=S_iS_i(c_{p<i>ij</i>}*ρ_{ij}*d_{ij}*A_i)= | | | | | | 58642 | | |

| Podłoga na gruncie posadzka betonowa | PG BET | Od strony wewnętrznej | | | | | |
|--|--------|---|----------|-------------------|-------|----------------|--------------|
| | | Podkład z betonu | 1000 | 2200 | 0,050 | 101,9 9 | 11219 |
| | | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 840 | 1900 | 0,050 | 101,9 9 | 8139 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 19358 |
| Podłoga na gruncie terakota | PG TER | Od strony wewnętrznej | | | | | |
| | | Terakota | 840 | 2300 | 0,010 | 206,5 9 | 3991 |
| | | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 840 | 1900 | 0,090 | 206,5 9 | 29674 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 33665 |
| II. Przegrody wewnętrzne wewnątrz strefy | | | | | | | |
| Nazwa przegrody | Symbol | Nazwa warstwy | c_p | ρ | d | A_{obl} | C_m |
| | | | J/(kg*K) | kg/m ³ | m | m ² | kJ/K |
| Ściana wewnętrzna 40 | SW 40 | Od strony wewnętrznej | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 221,5 2 | 6885 |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 221,5 2 | 28071 |
| | | Od strony zewnętrznej | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 221,5 2 | 6885 |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 221,5 2 | 28071 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 69912 |

| Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy | | |
|--|------------------|------------|
| Nazwa przegrody | Wartość | Jednostka |
| I. Przegrody zewnętrzne | 150560822 | J/K |
| II. Przegrody wewnętrzne wewnątrz strefy | 69911712 | J/K |
| Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$ | 220472534 | J/K |

| Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|------------|----------|------------------|
| Temperatura wewnętrzna strefy | | | | | | | | | | q_i | 15,04 | °C |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze | | | | | | | | | | A_f | 308,6 | m ² |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi | | | | | | | | | | q_{int} | 5,0 | W/m ² |
| Pojemność cieplna budynku | | | | | | | | | | C_m | 80230592 | J/K |
| Stała czasowa budynku | | | | | | | | | | t | 11,8 | h |
| Udział granicznych potrzeb ciepła | | | | | | | | | | $g_{H,im}$ | 1,6 | - |
| - | | | | | | | | | | a_H | 1,8 | - |
| Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c | | | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|
| Średnia temperatura zewnętrzna q_e , °C | 1,8 | -0,8 | 4,4 | 8,1 | 13,2 | 16,5 | 18,5 | 17,8 | 13,3 | 9,3 | 4,0 | 1,7 |
| Liczba godzin w miesiącu t_m , h | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c | 1195 9 | 1292 3 | 9611 | 6067 | 1664 | -127 4 | -312 3 | -249 1 | 1523 | 5186 | 9651 | 1205 0 |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację $Q_{ve}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c | 6688 ,37 | 7227 ,24 | 5375 ,15 | 3393 ,24 | 930, 43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 851, 54 | 2900 ,25 | 5397 ,28 | 6738 ,88 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{ve}$ kWh/m-c | 1864 8 | 2015 0 | 1498 6 | 9461 | 2594 | -127 4 | -312 3 | -249 1 | 2374 | 8086 | 1504 8 | 1878 8 |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c | 460 | 572 | 1168 | 1736 | 2473 | 2570 | 2687 | 2305 | 1352 | 890 | 428 | 395 |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c | 1148 | 1037 | 1148 | 1111 | 1148 | 1111 | 1148 | 1148 | 1111 | 1148 | 1111 | 1148 |
| Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c | 1607 | 1608 | 2316 | 2847 | 3621 | 3681 | 3835 | 3453 | 2463 | 2038 | 1539 | 1543 |
| $g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$ | 0,09 | 0,08 | 0,15 | 0,30 | 1,40 | -1,85 | -0,79 | -0,89 | 1,04 | 0,25 | 0,10 | 0,08 |
| $g_{H,1}$ | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,23 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,64 | 0,18 | 0,09 | 0,08 |
| $g_{H,2}$ | 0,08 | 0,12 | 0,23 | 0,85 | 1,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,22 | 0,64 | 0,18 | 0,09 |
| $f_{H,m}$ | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$ | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,92 | 0,53 | -0,54 | -1,27 | -1,12 | 0,63 | 0,93 | 0,98 | 0,99 |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c | 1705 8,66 | 1855 7,88 | 1274 0,20 | 6855 ,69 | 670, 52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 824, 65 | 6181 ,48 | 1353 2,23 | 1726 1,50 |
| Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_M$ kWh/m-c | 6688 | 7227 | 5375 | 3393 | 930 | -713 | -174 7 | -139 3 | 852 | 2900 | 5397 | 6739 |
| Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c | 1864 8 | 2015 0 | 1498 6 | 9461 | 2594 | -198 7 | -486 9 | -388 4 | 2374 | 8086 | 1504 8 | 1878 8 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok | | | | | | | | | | | 93682,8 | |

Zestawienie stref

| Zestawienie stref | | | | | |
|---|--------------|----------------|-----------------------------------|-------|---------------------------|
| Numer strefy | Nazwa strefy | A | V | t | Zapotrzebowanie na ciepło |
| | - | m ² | m ³ | °C | kWh/rok |
| 1 | Strefa O | 308,58 | 925,74 | 15,04 | 93682,81 |
| Całkowite zapotrzebowanie strefy | | | Q_{H,nd} [kWh/rok] | | 93682,81 |

RAPORT OBLICZEŃ CIEPLNYCH POMIESZCZEŃ I BUDYNKU - STAN PO MODERNIZACJI



AUTORSKA PRACOWNIA PROJEKTOWA
ul. Akacyjowa 9; 67-222 Jerzmanowa
mail: biuro@app.glogow.pl; tel: 512-170-509

NAZWA OBIEKTU: Budynek "Zielone Warsztaty"

ADRES: ul. Folwarczna, 55

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-200, Głogów

NAZWA INWESTORA: Zespół Szkół Przyrodniczych i Branzowych w Głogowie

ADRES: ul. Folwarczna, 55

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-200, Głogów

NAZWA JEDNOSTKI PROJEKTOWEJ: Autorska Pracownia projektowa - Jerzy Burda

ADRES: ul. Akacyjowa , 9

KOD, MIEJSCOWOŚĆ: 67-222, Jerzmanowa

PROJEKTANT

| Tytuł | Imię i nazwisko | Nr uprawnień | Data, podpis |
|-------|-----------------|--------------|--------------|
| | Jerzy Burda | 30/83/Lw | 2021-03-27 |

Głogów, 2021-03-27

| Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych | | | | | | |
|--|--|---|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych | | | | | | |
| Kody Element Materiał | Opis | <i>d</i> | λ | <i>R</i> | <i>U_c</i> | |
| | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40, przegroda jednorodna | | | | | |
| | 60 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | | 0,04 | - |
| | 1 | Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA | 0,160 | 0,036 | 4,444 | - |
| | 2 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 3 | Cegła pełna zwykła | 0,360 | 0,780 | 0,462 | - |
| | 2 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | | 0,13 | - |
| | Grubość całkowita i U_k | | 0,56 | - | 5,12 | 0,20 |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40, przegroda jednorodna | | | | | |
| | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | | 0,13 | - |
| | 2 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 3 | Cegła pełna zwykła | 0,360 | 0,780 | 0,462 | - |
| | 2 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,020 | 0,820 | 0,024 | - |
| | 61 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła) | | | 0,13 | - |
| Grubość całkowita i U_k | | 0,40 | - | 0,77 | 1,30 | |
| Kody Element Materiał | Opis | <i>d</i> | λ | <i>R</i> | <i>U_c</i> | |
| | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) | |
| 3 | Strop zewnętrzny, przegroda jednorodna | | | | | |
| | 62 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,04 | - |
| | 4 | Styropapa | 0,250 | 0,045 | 5,556 | - |
| | 5 | Papa podwójnie bez posypania żwirkiem | 0,010 | 0,180 | 0,056 | - |
| | 6 | Podkład z betonu | 0,040 | 1,400 | 0,029 | - |
| | 7 | Styropian 10 | 0,040 | 0,045 | 0,889 | - |
| | 8 | Żelbet 2500 | 0,200 | 1,700 | 0,118 | - |
| | 2 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,015 | 0,820 | 0,018 | - |
| | 63 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,10 | - |
| Grubość całkowita i U_k | | 0,56 | - | 6,80 | 0,15 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota, przegroda jednorodna | | | | | |
| | 64 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,00 | - |
| | 9 | Piasek średni | 0,300 | 0,400 | 0,750 | - |

| | | | | | | |
|--------------------------|---|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | 10 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,200 | 1,000 | 0,200 | - |
| | 11 | Terakota | 0,010 | 1,000 | 0,010 | - |
| | 65 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,17 | - |
| | Grubość całkowita i U_k | | 0,51 | - | 1,13 | 0,88 |
| Kody Element Materiał | Opis | | d | λ | R | U_c |
| | | | m | W/(m·K) | m ² ·K/W | W/(m ² ·K) |
| | Podłoga na gruncie posadzka betonowa, przegroda jednorodna | | | | | |
| | 64 | Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,00 | - |
| 5 | 9 | Piasek średni | 0,300 | 0,400 | 0,750 | - |
| | 10 | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 0,200 | 1,000 | 0,200 | - |
| | 6 | Podkład z betonu | 0,050 | 1,400 | 0,036 | - |
| | 65 | Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół) | | | 0,17 | - |
| | Grubość całkowita i U_k | | 0,55 | - | 1,16 | 0,87 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe, przegroda jednorodna | | | | | |
| | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 1,3 |
| 7 | Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna | | | | | |
| | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 0,9 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe, przegroda jednorodna | | | | | |
| | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 0,9 |
| 9 | Drzwi wewnętrzne, przegroda jednorodna | | | | | |
| | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 1,3 |
| 10 | Okno połaciowe, przegroda jednorodna | | | | | |
| | Grubość całkowita i U_k | | - | - | - | 0,9 |

| Zestawienie typów mostków cieplnych | | |
|-------------------------------------|--|---------|
| Zestawienie typów mostków cieplnych | | |
| Kod | Opis | Y_k |
| | | W/(m·K) |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 0,55 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 0,65 |
| C1 | Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną | -0,05 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 0,45 |
| W1 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica do zewnętrznej/ściana z izolacją zewnętrzną | 0 |

| Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania | | | | | |
|--|------------|--------------|------------|---------------------|-------|
| Tryb pracy instalacji centralnego ogrzewania | | | | | |
| Nr | Tryb pracy | Ilość godzin | Ilość dni | Temperatura t | Uwagi |
| | | h | - | °C | - |
| 1 | Standard | 24 | Codziennie | 15,0421318092 73 | |

| Obliczenia straty ciepła dla strefy | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|------------------|-----------------------|---------------------|--|
| Obliczenia straty ciepła dla strefy Strefa O | | | | | | |
| Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia | | | | | | |
| Kod | Element budowlany | Ilość | A _{obl} | U | A _{obl} *U | |
| | | szt. | m ² | W/(m ² *K) | W/K | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 8,33 | 0,20 | 1,63 | |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 5,86 | 1,30 | 7,61 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 28,68 | 0,20 | 5,60 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 14,19 | 0,20 | 2,77 | |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 29,19 | 0,15 | 4,29 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 18,04 | 0,20 | 3,52 | |
| 7 | Okno zewnętrzne | 1,00 | 10,01 | 0,90 | 9,01 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 28,71 | 0,20 | 5,60 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 2,21 | 0,20 | 0,43 | |
| 3 | Strop wewnętrzny | 1,00 | 49,72 | 0,15 | 7,31 | |
| 10 | Okno połaciowe | 1,00 | 18,00 | 0,90 | 16,20 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 25,39 | 0,20 | 4,95 | |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 1,20 | 0,90 | 1,08 | |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 2,37 | 1,30 | 3,07 | |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 1,62 | 0,90 | 1,46 | |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 0,93 | 0,90 | 0,83 | |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 1,83 | 1,30 | 2,38 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 30,11 | 0,20 | 5,88 | |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 0,79 | 0,90 | 0,71 | |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 2,00 | 1,22 | 0,90 | 1,09 | |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 81,09 | 0,15 | 11,92 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 7,00 | 2,94 | 0,20 | 0,57 | |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 7,00 | 6,30 | 1,30 | 8,19 | |
| 3 | Strop wewnętrzny | 7,00 | 10,40 | 0,15 | 1,53 | |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 11,71 | 0,20 | 2,28 | |

| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 2,88 | 0,90 | 2,59 |
|-------------------------------|--|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 13,39 | 0,15 | 1,97 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 16,64 | 0,20 | 3,25 |
| 6 | Drzwi zewnętrzne stalowe | 1,00 | 2,86 | 1,30 | 3,72 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 24,41 | 0,20 | 4,76 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 2,00 | 2,91 | 0,90 | 2,62 |
| 1 | Ściana zewnętrzna 40 | 1,00 | 17,49 | 0,20 | 3,41 |
| 8 | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 1,00 | 2,01 | 0,90 | 1,81 |
| 3 | Strop zewnętrzny | 1,00 | 44,39 | 0,15 | 6,52 |
| Suma elementów budynku | | S A_{obl}*U | | W/K | 206,04 |
| Kod | Mostek cieplny | Ilość | Y_k | I_k | Y_k*I_k |
| | | szt. | W/(m·K) | m | W/K |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 4,30 | 2,37 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 4,30 | 2,80 |
| C1 | Naroże zewnętrzne ściany z izolacją zewnętrzną | 4,00 | -0,05 | 3,30 | -0,17 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 9,68 | 4,36 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,69 | 4,78 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,69 | 5,65 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,50 | 4,68 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,50 | 5,53 |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 12,78 | 5,75 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 8,70 | 4,79 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 8,70 | 5,66 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 0,67 | 0,37 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 0,67 | 0,44 |
| W1 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica do zewnętrznej/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,00 | 18,00 | 0,00 |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 10,10 | 5,56 |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 10,10 | 6,57 |

| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 4,40 | 1,98 | |
|--|--|---|---------------|------------|-------------------|----------------|
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 6,50 | 2,93 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 5,16 | 2,32 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 3,96 | 1,78 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 6,10 | 2,75 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 3,56 | 1,60 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,45 | 4,50 | 2,03 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 7,00 | 0,55 | 2,80 | 1,54 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 7,00 | 0,65 | 2,80 | 1,82 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 7,00 | 0,45 | 10,04 | 4,52 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 4,42 | 2,43 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 4,42 | 2,87 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 3,00 | 0,45 | 6,88 | 3,10 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 2,00 | 0,55 | 5,91 | 3,25 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 2,00 | 0,65 | 5,91 | 3,84 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 7,00 | 3,15 | |
| R1 | Dach/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,55 | 9,16 | 5,04 | |
| GF1 | Połączenie ściany z izolacją po stronie zew. z podłogą na gruncie z izolacją krawędziową poziomą | 1,00 | 0,65 | 9,16 | 5,95 | |
| W7 | Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana z izolacją zewnętrzną | 1,00 | 0,45 | 5,68 | 2,56 | |
| Suma mostków cieplnych | | $S Y_k * I_k$ | | W/K | 193,91 | |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia | | $H_{D,i} = S A_{obl} * U + S Y_k * I_k$ | | | W/K | 399,942 |
| Strata ciepła przez strefy nieogrzewane | | | | | | |
| Kod | Element budowlany | A_{obl} | U | b | $A_{obl} * U * b$ | |
| | | m^2 | $W/(m^2 * K)$ | - | W/K | |
| Suma elementów budynku | | $S A_{obl} * U * b$ | | W/K | 0,00 | |
| Kod | Mostek cieplny | Y_k | I_k | b | $Y_k * b$ | |

| | | W/(m·K) | m | - | W/K | |
|--|--------------------------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------|
| Suma mostków cieplnych | | $\sum Y_k \cdot I_k \cdot b$ | | W/K | 0,00 | |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy nieogrzewane | | $H_{U,i} = \sum A_{obl} \cdot U \cdot b + \sum Y_k \cdot I_k \cdot b$ | | | W/K | 0,000 |
| Straty ciepła przez grunt | | | | | | |
| Obliczenie B' | | A_g | P | $B' = 2 \cdot A_g / P$ | | |
| | | m ² | m | m | | |
| | | 380,78 | 101,88 | 7,48 | | |
| Kod | Element budowlany | U_k | U_{equiv} | A_k | $A_k \cdot U_{equiv}$ | |
| | | W/(m ² ·K) | W/(m ² ·K) | - | W/K | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 29,19 | 9,33 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 67,72 | 21,87 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 81,09 | 26,18 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 13,39 | 4,32 | |
| 5 | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 0,87 | 0,32 | 10,40 | 3,32 | |
| 4 | Podłoga na gruncie terakota | 0,88 | 0,32 | 44,39 | 14,33 | |
| Współczynniki poprawkowe | | f_{g1} | f_{g2} | G_w | $f_{g1} \cdot f_{g1} \cdot G_w$ | |
| | | - | - | - | - | |
| | | 1,45 | 0,18 | 1,00 | 0,27 | |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt | | $H_{g,i} = (\sum A_k \cdot U_{equiv}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ | | | W/K | 26,326 |
| Strata ciepła przez strefy sąsiadujące | | | | | | |
| Kod | Element budowlany | A_{obl} | U | $A_{obl} \cdot U$ | | |
| | | m ² | W/(m ² ·K) | W/K | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 23,67 | 1,30 | 30,73 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 22,98 | 1,30 | 29,83 | | |
| 9 | Drzwi wewnętrzne | 1,80 | 1,30 | 2,34 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 23,28 | 1,30 | 30,22 | | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 12,00 | 1,30 | 15,58 | | |

| | | | | | |
|---|-----------------------|---|----------------------|------------------------------------|----------------|
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 7,80 | 1,30 | 10,13 | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 10,20 | 1,30 | 13,24 | |
| 2 | Ściana wewnętrzna 40 | 9,99 | 1,30 | 12,97 | |
| Suma elementów budynku | | S A_{obl}*U | | W/K | 524,45 |
| Kod | Mostek cieplny | Y_k | I_k | Y_k*I_k | |
| | | W/(m·K) | m | W/K | |
| Suma mostków cieplnych | | S Y_k*I_k | | W/K | 0,00 |
| Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy sąsiadujące | | H_{zy,i} = S A_{obl}*U + S Y_k*I_k | | W/K | 524,445 |
| Współczynnik strat ciepła przez przenikanie | | H_{tr,i} = H_{D,i} + H_{g,i} + H_{U,i} | | W/K | 426,268 |

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie dla Strefa O

| Lp. | Typ przegrody | Symbol | Nazwa | A | U | H _T | H _% | |
|--|--------------------|---------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|----------------|------------|
| - | - | - | - | m ² | W/(m ² ·K) | W/K | % | |
| 1 | Ściana zewnętrzna | SZ 40 | Ściana zewnętrzna 40 | 246,49 | 0,20 | 167,87 | 39,38 | |
| 1 | Drzwi zewnętrzne | DZ STAL | Drzwi zewnętrzne stalowe | 57,01 | 1,30 | 118,91 | 27,90 | |
| 1 | Ściana wewnętrzna | SW 40 | Ściana wewnętrzna 40 | 396,78 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | |
| 1 | Strop zewnętrzny | STZ 1 | Strop zewnętrzny | 290,58 | 0,15 | 42,70 | 10,02 | |
| 1 | Podłoga na gruncie | PG BET | Podłoga na gruncie posadzka betonowa | 101,99 | 0,87 | 8,64 | 2,03 | |
| 1 | Okno zewnętrzne | OZ PCV | Okno zewnętrzne | 10,01 | 0,90 | 14,76 | 3,46 | |
| 1 | Drzwi wewnętrzne | DW 1 | Drzwi wewnętrzne | 7,20 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | |
| 1 | Okno połaciowe | OPZ 1 | Okno połaciowe | 18,00 | 0,90 | 16,20 | 3,80 | |
| 1 | Podłoga na gruncie | PG TER | Podłoga na gruncie terakota | 206,59 | 0,88 | 17,69 | 4,15 | |
| 1 | Okno zewnętrzne | OZ STAL | Okno zewnętrzne ościeża stalowe | 17,68 | 0,90 | 39,49 | 9,27 | |
| Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie | | | | | | H_T | 426,27 | W/K |

Zestawienie strumieni powietrza wentylacyjnego

| Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Strefa O | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Wentylacja grawitacyjna | | | | | | | | | |
| Tryb pracy | Nr pom. | Nazwa | V | n_{min} | V_{min} | V_{inf} | V_c | | |
| - | - | - | m^3 | 1/h | m^3/h | m^3/h | m^3/h | | |
| Standard | 0.1 | 0.1 Magazyn bez stałej obsługi | 87,6 | 2,0 | 175,2 | 17,5 | 192,7 | | |
| Standard | 0.2 | 0.2 Sala lekcyjna | 203,1 | 2,0 | 406,3 | 40,6 | 446,9 | | |
| Standard | 0.3 | 0.3 Sala lekcyjna | 243,3 | 2,0 | 486,6 | 48,7 | 535,2 | | |
| Standard | 0.4 | 0.4 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.5 | 0.5 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.6 | 0.6 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.7 | 0.7 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.8 | 0.8 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.9 | 0.9 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.10 | 0.10 Pokój biurowy | 40,2 | 2,0 | 80,3 | 8,0 | 88,4 | | |
| Standard | 0.11 | 0.11 Magazyn bez stałej obsługi | 31,2 | 2,0 | 62,4 | 6,2 | 68,6 | | |
| Standard | 0.12 | 0.12 Sala lekcyjna | 133,2 | 2,0 | 266,3 | 26,6 | 293,0 | | |
| Zestawienie obliczeń dla wentylacji mieszanej | | | | | | | | | |
| Lp. | Tryb pracy | Typ wentylacji | V_c | V_{ex} | V_{sup} | b | h_{oc} | H_{ve} | Q_{ve} |
| - | - | - | m^3/h | m^3/h | m^3/h | - | - | W/K | kWh/rok |
| 1 | Standard | grawitacyjna | 2036,6 | - | - | - | - | 678,9 | 39502,4 |

Wentylacja

Obliczenia zysków ciepła od słońca

| Obliczenia zysków ciepła od słońca dla Strefa O | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|------------|------------|-------------|---------|-----|----------|------------|----------------|------------|------------|---------------------------|--|
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C | |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - | |
| 0 | OZ PCV-Okno zewnętrzne | | | | | OZ PCV | | E | | 10,0 1 | 1,00 | 0,70 | 0,70 | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| I _{sol} | 21,5 5 | 29,0 8 | 57,3 5 | 80,8 4 | 110, 22 | - | - | - | 61,2 0 | 42,5 9 | 19,9 9 | 18,1 8 | kWh/(m ² ·m-c) | |
| Q _{sol} | 105, 70 | 142, 61 | 281, 28 | 396, 49 | 540, 61 | - | - | - | 300, 19 | 208, 92 | 98,0 2 | 89,1 5 | kWh/m-c | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C | |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - | |
| 1 | OPZ 1-Okno połaciowe | | | | | OPZ 1 | | N | | 18,0 0 | 1,00 | 0,70 | 0,70 | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| I _{sol} | 19,5 5 | 23,1 0 | 49,1 8 | 77,8 7 | 118, 25 | - | - | - | 60,1 9 | 36,8 7 | 18,1 8 | 17,0 9 | kWh/(m ² ·m-c) | |
| Q _{sol} | 172, 40 | 203, 77 | 433, 79 | 686, 80 | 1043, 00 | - | - | - | 530, 85 | 325, 22 | 160, 37 | 150, 76 | kWh/m-c | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C | |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - | |
| 2 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | | E | | 6,63 | 1,00 | 0,70 | 0,70 | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| I _{sol} | 21,5 5 | 29,0 8 | 57,3 5 | 80,8 4 | 110, 22 | - | - | - | 61,2 0 | 42,5 9 | 19,9 9 | 18,1 8 | kWh/(m ² ·m-c) | |
| Q _{sol} | 69,9 8 | 94,4 2 | 186, 22 | 262, 50 | 357, 91 | - | - | - | 198, 74 | 138, 32 | 64,9 0 | 59,0 2 | kWh/m-c | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Element | | | | | Symbol | | Kierunek | | A | Z | g | C | |
| - | - | | | | | - | | - | | m ² | - | - | - | |
| 3 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | | W | | 5,24 | 1,00 | 0,70 | 0,70 | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| I _{sol} | 21,7 1 | 25,2 7 | 52,5 1 | 78,7 8 | 108, 47 | - | - | - | 62,1 8 | 44,9 5 | 20,7 9 | 18,5 8 | kWh/(m ² ·m-c) | |
| Q _{sol} | 55,6 8 | 64,8 3 | 134, 70 | 202, 10 | 278, 27 | - | - | - | 159, 51 | 115, 30 | 53,3 3 | 47,6 7 | kWh/m-c | |

| Kod | Element | | | | | Symbol | Kierunek | A | Z | g | C | | |
|------------------|---|-----------|------------|------------|------------|---------|----------|----------------|------------|------------|-----------|-----------|---------------------------|
| - | - | | | | | - | - | m ² | - | - | - | | |
| 4 | OZ STAL-Okno zewnętrzne ościeża stalowe | | | | | OZ STAL | N | 5,82 | 1,00 | 0,70 | 0,70 | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - |
| I _{sol} | 19,5 5 | 23,1 0 | 46,4 4 | 65,8 9 | 88,8 0 | - | - | - | 57,1 1 | 35,7 5 | 18,1 8 | 17,0 9 | kWh/(m ² ·m-c) |
| Q _{sol} | 55,7 4 | 65,8 9 | 132, 43 | 187, 91 | 253, 23 | - | - | - | 162, 86 | 101, 95 | 51,8 5 | 48,7 5 | kWh/m-c |

| Obliczenia zysków wewnętrznych dla Strefa O | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|---------|--|
| Metoda uproszczona | | | | | | | | | | | | | | |
| Kod | Nazwa źródła/pomieszczenia | | | | | A _f | F | | | | | Uwagi | | |
| - | - | | | | | m ² | W/m ² | | | | | - | | |
| 1 | Budynek warsztatów | | | | | 308,6 | 5,0 | | | | | | | |
| Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi F _{int} = | | | | | | | | | | 5,00 | | W/m ² | | |
| Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze A _f = | | | | | | | | | | 308,58 | | m ² | | |
| miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | - | |
| Q _{int} | 1147 ,91 | 1036 ,83 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | 1110 ,89 | 1147 ,91 | kWh/m-c | |

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

| Obliczenia pojemności cieplnej dla Strefa O | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------------|----------------|-------------------|-------|------------------|----------------|--|
| I. Przegrody zewnętrzne | | | | | | | | |
| Nazwa przegrody | Symbol | Nazwa warstwy | c _p | ρ | d | A _{obl} | C _m | |
| | | | J/(kg*K) | kg/m ³ | m | m ² | kJ/K | |
| Ściana zewnętrzna 40 | SZ 40 | Od strony wewnętrznej | | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 246,4 9 | 7661 | |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 246,4 9 | 31235 | |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody C_m=S_iS_i(c_{p<i>ij</i>}*ρ_{ij}*d_{ij}*A_i)= | | | | | | 38895 | | |
| Strop zewnętrzny | STZ 1 | Od strony wewnętrznej | | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,015 | 290,5 8 | 6773 | |
| | | Żelbet 2500 | 840 | 2500 | 0,085 | 290,5 8 | 51868 | |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody C_m=S_iS_i(c_{p<i>ij</i>}*ρ_{ij}*d_{ij}*A_i)= | | | | | | 58642 | | |

| Podłoga na gruncie posadzka betonowa | PG BET | Od strony wewnętrznej | | | | | |
|--|--------|---|----------|-------------------|-------|----------------|--------------|
| | | Podkład z betonu | 1000 | 2200 | 0,050 | 101,9 9 | 11219 |
| | | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 840 | 1900 | 0,050 | 101,9 9 | 8139 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 19358 |
| Podłoga na gruncie terakota | PG TER | Od strony wewnętrznej | | | | | |
| | | Terakota | 840 | 2300 | 0,010 | 206,5 9 | 3991 |
| | | Beton zwykły z kruszywa kamiennego 1900 | 840 | 1900 | 0,090 | 206,5 9 | 29674 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 33665 |
| II. Przegrody wewnętrzne wewnątrz strefy | | | | | | | |
| Nazwa przegrody | Symbol | Nazwa warstwy | c_p | ρ | d | A_{obl} | C_m |
| | | | J/(kg*K) | kg/m ³ | m | m ² | kJ/K |
| Ściana wewnętrzna 40 | SW 40 | Od strony wewnętrznej | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 221,5 2 | 6885 |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 221,5 2 | 28071 |
| | | Od strony zewnętrznej | | | | | |
| | | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 840 | 1850 | 0,020 | 221,5 2 | 6885 |
| | | Cegła pełna zwykła | 880 | 1800 | 0,080 | 221,5 2 | 28071 |
| Całkowita pojemność cieplna przegrody $C_m = S_j S_i (c_{pij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) =$ | | | | | | | 69912 |

| Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy | | |
|--|------------------|------------|
| Nazwa przegrody | Wartość | Jednostka |
| I. Przegrody zewnętrzne | 150560822 | J/K |
| II. Przegrody wewnętrzne wewnątrz strefy | 69911712 | J/K |
| Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$ | 220472534 | J/K |

| Obliczenia zbiorcze dla strefy Strefa O | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|------------|----------|------------------|
| Temperatura wewnętrzna strefy | | | | | | | | | | q_i | 15,04 | °C |
| Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze | | | | | | | | | | A_f | 308,6 | m ² |
| Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi | | | | | | | | | | q_{int} | 5,0 | W/m ² |
| Pojemność cieplna budynku | | | | | | | | | | C_m | 80230592 | J/K |
| Stała czasowa budynku | | | | | | | | | | t | 20,2 | h |
| Udział granicznych potrzeb ciepła | | | | | | | | | | $g_{H,im}$ | 1,4 | - |
| - | | | | | | | | | | a_H | 2,3 | - |
| Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c | | | | | | | | | | | | |
| Miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Średnia temperatura zewnętrzna q_e , °C | 1,8 | -0,8 | 4,4 | 8,1 | 13,2 | 16,5 | 18,5 | 17,8 | 13,3 | 9,3 | 4,0 | 1,7 |
| Liczba godzin w miesiącu t_m , h | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c | 4200 | 4538 | 3375 | 2131 | 584 | -447 | -109 7 | -875 | 535 | 1821 | 3389 | 4231 |
| Miesięczna strata ciepła przez wentylację $Q_{ve}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c | 6688 ,37 | 7227 ,24 | 5375 ,15 | 3393 ,24 | 930, 43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 851, 54 | 2900 ,25 | 5397 ,28 | 6738 ,88 |
| Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{ve}$ kWh/m-c | 1088 8 | 1176 5 | 8750 | 5524 | 1515 | -447 | -109 7 | -875 | 1386 | 4721 | 8786 | 1097 0 |
| Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c | 460 | 572 | 1168 | 1736 | 2473 | 2570 | 2687 | 2305 | 1352 | 890 | 428 | 395 |
| Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c | 1148 | 1037 | 1148 | 1111 | 1148 | 1111 | 1148 | 1148 | 1111 | 1148 | 1111 | 1148 |
| Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c | 1607 | 1608 | 2316 | 2847 | 3621 | 3681 | 3835 | 3453 | 2463 | 2038 | 1539 | 1543 |
| $g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$ | 0,15 | 0,14 | 0,26 | 0,52 | 2,39 | -3,17 | -1,35 | -1,52 | 1,78 | 0,43 | 0,18 | 0,14 |
| $g_{H,1}$ | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,39 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 0,30 | 0,16 | 0,14 |
| $g_{H,2}$ | 0,14 | 0,20 | 0,39 | 1,45 | 2,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,08 | 1,10 | 0,30 | 0,16 |
| $f_{H,m}$ | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$ | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,89 | 0,38 | -0,32 | -0,74 | -0,66 | 0,49 | 0,92 | 0,99 | 0,99 |
| Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c | 9296 ,08 | 1017 0,00 | 6510 ,31 | 2962 ,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,2 0 | 2855 ,57 | 7268 ,35 | 9440 ,35 |
| Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_M$ kWh/m-c | 6688 | 7227 | 5375 | 3393 | 930 | -713 | -174 7 | -139 3 | 852 | 2900 | 5397 | 6739 |
| Całkowita ilość ciepła przeniesionego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c | 1088 8 | 1176 5 | 8750 | 5524 | 1515 | -116 0 | -284 3 | -226 8 | 1386 | 4721 | 8786 | 1097 0 |
| Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok | | | | | | | | | | 48547,0 | | |

Zestawienie stref

| Zestawienie stref | | | | | |
|---|--------------|----------------|-----------------------------------|-------|---------------------------|
| Numer strefy | Nazwa strefy | A | V | t | Zapotrzebowanie na ciepło |
| | - | m ² | m ³ | °C | kWh/rok |
| 1 | Strefa O | 308,58 | 925,74 | 15,04 | 48546,98 |
| Całkowite zapotrzebowanie strefy | | | Q_{H,nd} [kWh/rok] | | 48546,98 |