

AUDYT ENERGETYCZNY

**BUDYNKU INTERNATU ZESPOŁU SZKÓŁ
W LUBOMIERZU**

Tabela poniżej prezentuje usprawnienia, wchodzące w skład wszystkich modernizacji wyznaczonych na podstawie audytu energetycznego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g 'Wentylacja grawitacyjna'	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne 'Wentylacja grawitacyjna'	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'	42040,00
11	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'	23610,00
12	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U	597023,10
13	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U	33750,00
14	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
15	Wymiana oświetlenia	317844,04
Całkowity koszt		7995908,21

Audyt energetyczny wykazał, że wykonanie wszystkich proponowanych usprawnień spowoduje redukcję zużycia energii o 12500,22 GJ/rok

Zużycie energii końcowej przed modernizacją 14625,48 GJ/rok

Zużycie energii końcowej po modernizacji 2125,26 GJ/rok

Procentowa redukcja zużycia energii końcowej wyniesie: 85,47%

Koszty użytkowania budynku przed modernizacją 664851,00 zł/rok

Koszty użytkowania budynku po modernizacji 132563,62 zł/rok

Redukcja kosztów użytkowania budynków wynosi 80,06%

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Mieszkalny/użyteczności</i>	1.2 Rok budowy	XVI w.
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko)	Urząd Miasta i Gminy Lubomierz Plac Wolności 1 59-623 Lubomierz dolnośląskie	1.4 Adres budynku	
		Plac Kościelny 5 59-623 Lubomierz	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Tomasz Śliwiński EFEKTYWNIEJ Ulica Okrężna 26 53-008 Wrocław REGON 021858070			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Marta Oczkowska Certyfikator energetyczny z listy MliR nr uprawnienia 12833 ul. Na Ostatnim Groszu 6/5 54-207 Wrocław			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	mgr inż. Tomasz Śliwiński	Koordynator pracy, Audyt energetyczny z listy ZAE nr 386, Certyfikator energetyczny z listy MliR nr uprawnienia 9496	
5. Miejscowość: Wrocław		Data wykonania opracowania	luty 2017

Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego.....	3
2. Karta audytu energetycznego budynku*.....	6
2.1. Dane ogólne.....	6
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane $W/(m^2 \cdot K)$	6
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu	6
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	7
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji	7
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku.....	8
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)	8
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	9
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych	10
3.1. Ustawy i Rozporządzenia	10
3.2. Normy techniczne	10
3.3. Materiały przekazane przez inwestora	10
3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe	10
3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora	10
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	11
4.1. Ogólne dane techniczne	11
4.2. Dokumentacja techniczna budynku	11
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku.....	11
4.4. Taryfy i opłaty.....	12
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	12
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	13
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji.....	13
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	17
6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy	17
6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	22
6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	29
6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego.....	30
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	32

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	32
7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	33
7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia	38
7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	39
7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku	40
7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji	42
9. Podsumowanie i wnioski.....	44
ZAŁĄCZNIK 1 STAN BUDYNKU PRZED TERMOMODERNIZACJĄ	45
ZAŁĄCZNIK 2 STAN BUDYNKU PO TERMOMODERNIZACJI	63
ZAŁĄCZNIK 3 TARYFY ZA ENERGIĘ	81
ZAŁĄCZNIK 4 OBLICZENIA POMPY CIEPŁA.....	83
ZAŁĄCZNIK 5 OBLICZENIA MODERNIZACJI OŚWIETLENIA.....	85
ZAŁĄCZNIK 6 OBLICZENIA EFEKTU EKOLOGICZNEGO TERMOMODERNIZACJI	90
ZAŁĄCZNIK 7 OBLICZENIA ENERGII PIERWOTNEJ ORAZ KOŃCOWEJ	92
ZAŁĄCZNIK 8 EFEKTYWNOŚĆ KOSZTOWA MODERNIZACJI	93
ZAŁĄCZNIK 9 OSOBA UDZIELAJĄCA INFORMACJI	94
ZAŁĄCZNIK 10 ZDJĘCIA Z WIZJI LOKALNEJ	95
ZAŁĄCZNIK 11 DOKUMENTACJA RYSUNKOWA.....	97

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	5	5
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	22180,31	22180,31
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	9966,51	9966,51
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	około 1000	około 1000
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	5408,77	5408,77
2.1.7.	Liczba osób użytkujących budynek	od 80 do 120 mieszkańców internatu, 20 pracowników, goście	od 80 do 120 mieszkańców internatu, 20 pracowników, goście
2.1.8.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.9.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.10.	Współczynnik A/V [1/m]	0,49	0,49
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²•K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,61; 0,70; 1,02; 0,76; 0,65; 1,14; 1,31; 0,54; 0,91; 0,83; 0,54; 1,84; 1,14	0,61; 0,70; 1,02; 0,76; 0,65; 1,14; 1,31; 0,54; 0,91; 0,83; 0,54; 1,84; 0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	3,79; 0,87; 0,29; 0,90	0,15; 0,15; 0,15; 0,15
2.2.3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,09; 1,22; 1,22	1,09; 1,22; 1,22
2.2.4.	Okna, drzwi balkonowe	3,00; 3,00; 3,00	0,90; 0,90; 0,90
2.2.5.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,80; 2,80; 3,00	1,10; 1,10; 1,30
2.2.6.	Ściany na gruncie	0,55; 0,86	0,55; 0,86
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	2,57	2,57
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,820	2,960
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,920
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,950
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	0,650	2,960
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,600
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,840	0,950
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]	7647,42	5923,54
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,34	0,27
2.5.2.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja z odzyskiem
2.5.2.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	kanały wentylacyjne Vex/Vsup
2.5.2.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	6885,48/6885,48	4819,84/4819,84
2.5.2.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,31	0,22

2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	613,83	353,67
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	96,09	96,09
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	5520,78	3632,15
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	10929,63	1433,23
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	3397,81	549,79
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak urządzeń pomiarowych	brak urządzeń pomiarowych
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak urządzeń pomiarowych	brak urządzeń pomiarowych
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	239,29	157,43
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	473,73	62,12
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	79,09
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]	37,68	128,57
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	9646,49	10514,10
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	100,79	14,18
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	9646,49	10514,10
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m²•m-c)]	4,04	1,95
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	6910257,75	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	86,16
Planowane koszty całkowite [zł]	7678064,17	Premia termomodernizacyjna [zł]	990506,98
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	495253,49		

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

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

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

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

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2. Normy techniczne

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

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.6

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:

767806 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

6910258 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	32031,50 m ³
Kubatura ogrzewania	-	22180,31 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	9966,51 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	około 1000 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,49 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	około 3000 m ²

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

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

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,61; 0,70; 1,02; 0,76; 0,65; 1,14; 1,31; 0,54; 0,91; 0,83; 0,54; 1,84; 1,14	W/(m ² •K)
Dach/stropodach	3,79; 0,87; 0,29; 0,90	W/(m ² •K)
Okna	3,00; 3,00; 3,00	W/(m ² •K)
Drzwi/bramy	2,80; 2,80; 3,00	W/(m ² •K)
Podłogi na gruncie	1,09; 1,22; 1,22	W/(m ² •K)
Ściany na gruncie	0,55; 0,86	W/(m ² •K)
Stropy wewnętrzne	2,57	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	37,68 zł/GJ	128,57 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	9646,49 zł/(MW•m-c)	10514,10 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	37,68 zł/GJ	128,57 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	9646,49 zł/(MW•m-c)	10514,10 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,820$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,505
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	---	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepłej wody użytkowej)	$\eta_{w,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$\eta_{w,d} = 0,500$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{w,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik ciepłej wody wyprodukowany po 2005r.	$\eta_{w,s} = 0,840$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \eta_{w,d} \eta_{w,s} \eta_{w,e} =$		0,273
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	7647,42	
Krotność wymian powietrza	0,34	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	kanały wentylacyjne Vex/Vsup	
Strumień powietrza wentylacyjnego	6885,48/6885,48	
Krotność wymian powietrza	0,31	

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 130cm	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 130cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 110	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 110cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 70	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 70cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 100	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 100cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 120	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 120cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 60cm	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 60cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Podłoga na gruncie Dom Opatki	Podłoga na podsypce piaskowej, podkład z betonu chudego, beton. Od strony wewnętrznej posadzka cementowa oraz wykończenia zależnościami od przeznaczenia pomieszczenia. Podłoga nie będzie podlegać modernizacji.
Ściana na gruncie Dom Opatki	Ściana poniżej gruntu w Domu Opatki, ceglana lub ceglano-kamienna. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 150cm	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 150cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna 80cm	Ściana zewnętrzna o średniej grubości 80cm, ceglana lub ceglano-kamienna, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna piwnica 90	Ściana zewnętrzna piwnicy o średniej grubości 90cm, ceglana lub ceglano-kamienna. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Ściana zewnętrzna piwnica	Ściana zewnętrzna piwnicy, ceglana lub ceglano-kamienna. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Strop wewnętrzny piwnica-pomieszczenia	Strop kamienno-ceglany między pomieszczeniami ogrzewanymi a piwnicą. Przegroda nie będzie podlegać modernizacji.
Dach Dom Opatki	Dach konstrukcji drewnianej, pokryty dachówką. Brak ocieplenia dachu przyczynia się do wysokich strat ciepła z budynku. Zaleca się termomodernizację przegrody.
Strop wewnętrzny korytarz	Strop nad korytarzem konstrukcji drewnianej, nieocieplony. Przyczynia się do wysokich strat ciepła z budynku. Zaleca się modernizację przegrody poprzez ocieplenie stropu od strony wewnętrznej.

Ściana zewnętrzna lukarna	Ściana zewnętrzna lukarny, nieocieplona. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Podłoga na gruncie	Podłoga na podsypce piaskowej, podkład z betonu chudego, beton. Od strony wewnętrznej posadzka cementowa oraz wykończenia zależnościami od przeznaczenia pomieszczenia. Podłoga nie będzie podlegać modernizacji.
Ściana na gruncie	Ściana poniżej gruntu, ceglana lub ceglano-kamienna. Brak izolacji termicznej. Ze względu na zabytkowy charakter budynku, przegroda nie będzie modernizowana.
Podłoga na gruncie 2	Podłoga na podsypce piaskowej, podkład z betonu chudego, beton. Od strony wewnętrznej posadzka cementowa oraz wykończenia zależnościami od przeznaczenia pomieszczenia. Podłoga nie będzie podlegać modernizacji.
Strop wewnętrzny ocieplony	Strop wewnętrzny konstrukcji drewnianej, ocieplony warstwą wełny mineralnej. Proponuje się termomodernizację przegrody poprzez docieplenie wełną mineralną.
Strop wewnętrzny poddasze	Strop wewnętrzny konstrukcji drewnianej, w złym stanie technicznym, nieocieplony. Przegroda przyczynia się do wysokich strat ciepła z budynku i wymaga termomodernizacji.
Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej, obustronnie tynkowana. Brak izolacji termicznej przyczynia się do wysokich strat ciepła z budynku. Zaleca się termomodernizację przegrody poprzez ocieplenie od strony wewnętrznej.
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	Okna zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę okien na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę drzwi na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	Okna zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę okien na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę drzwi na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r	Okna zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę okien na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r	Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym, nieszczelne, wysokie starty ciepła przez przenikanie i infiltrację. Zaleca się modernizację przegrody poprzez wymianę drzwi na nowe, szczelne, o niskim współczynniku przenikania ciepła.
Zmiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	Zmiana wentylacji grawitacyjnej na instalację mechaniczną nawiewno-wywiewną z rekuperacją. Modernizacja systemu wentylacji dotyczy Domu Opatki, sali teatralnej i balowej, sali gimnastycznej, kuchni oraz pomieszczeń przy kuchni, a także pomieszczenia kuchennego na piętrze.

System grzewczy	W stanie obecnym źródłem ciepła w budynku jest kocioł węglowy. Instalacja centralnego ogrzewania oraz grzejniki stare, w niezadawalającym stanie technicznym. Grzejniki bez zaworów termostatycznych, brak systemu zarządzania energią w budynku. Zaleca się kompleksową wymianę instalacji centralnego ogrzewania – wymiana pionów i poziomów instalacji, wymiana grzejników na nowe, z zaworami termostatycznymi. W części pomieszczeń zaleca się zastosowanie instalacji ogrzewania podłogowego (Dom Opatki, refektarz i sala habitów, kuchnia i pomieszczenia przy kuchni, korytarz – krużganki, pomieszczenie kuchenne na piętrze, toalety w łączniku przy Domu Opatki). Jako nowe źródło ciepła proponuje się gruntową pompę ciepła z odwiertami pionowymi wspomaganą przez kocioł olejowy. Zastosowanie inteligentnego systemu zarządzania energią wraz z automatyką pogodową.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Instalacja ciepłej wody użytkowej zasilana przez kocioł węglowy. Proponuje się wymianę źródła ciepła na gruntową pompę ciepła z odwiertami pionowymi wspomaganą przez kocioł olejowy. Zalecana kompleksowa modernizacja instalacji, montaż buforowego zbiornika ciepła.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki Wykonanie ocieplenia dachu poprzez rozłożenie izolacji z płyt z wełny mineralnej układanej na sucho pomiędzy krokiewkami oraz pod krokiewkami na stelażu. Zabezpieczenie warstwy termoizolacji oraz wykonanie wykończenia z płyt G-K lub OSB wraz z wykończeniem przegrody. Warstwę ostateczną wykończenia przegrody należy ustalić z inwestorem. Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji warstwy termicznej: Wariant 1- o grubości warstwy, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ Wariant 1.1 o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantie pierwszym Wariant 1.2 o grubości warstwy izolacji o 10 cm większej niż w wariantie pierwszym		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna, $\lambda = 0,035 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	519,57m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	519,57m²	
Stopniodni: 3585,64 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW Om zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	23	28	33
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	3,795	0,146	0,121	0,103
Opór cieplny R (m ² K)/W	0,26	6,83	8,26	9,69
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	6,57	8,00	9,43
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	610,81	23,55	19,48	16,61
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0789	0,0030	0,0025	0,0021
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	30905,16	31119,41	31270,51
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m ²	---	365,00	415,00	465,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	189643,56	215622,13	241600,70
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	6,14	6,93	7,73

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 189643,56 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 6,14 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 23 cm

Informacje uzupełniające:

W koszcie 1m² materiału uwzględniono koszt materiału izolacyjnego i materiałów, których koszty są zmienne w funkcji grubości ocieplenia. Przyjęto ceny jednostkowe brutto ocieplenia

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz**

Przygotowanie starego podłoża pod docieplenie metodą lekką-moką, gruntowanie emulsją, przyklejenie płyt styropianowych, przymocowanie za pomocą dybli plastikowych, przyklejenie warstwy siatki, ręczne wykonanie wyprawy z tynku, przygotowanie tynku pod malowanie, malowanie.

Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji warstwy termicznej:

Wariant 1- o grubości warstwy, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\text{K)/W}$

Wariant 1.1 o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantie pierwszym

Wariant 1.2 o grubości warstwy izolacji o 10 cm większej niż w wariantie pierwszym

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa, $\lambda = 0,034 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	237,17m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	237,17m²	
Stopniodni: 8880,00 dzień•K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	19	24	29
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,148	0,122	0,103
Opór cieplny R	(m ² K)/W	6,74	8,21	9,68
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	5,59	7,06	8,53
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	27,00	22,17	18,80
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0014	0,0012	0,0010
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	5733,82	5945,27	6092,48
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	262,00	312,00	362,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	62138,54	73997,04	85855,54
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	10,84	12,45	14,09

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 62138,54 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,84 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 19 cm

Informacje uzupełniające:

W koszcie 1m² materiału uwzględniono koszt materiału izolacyjnego i materiałów, których koszty są zmienne w funkcji grubości ocieplenia.
Przyjęto ceny jednostkowe brutto ocieplenia

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze

Przygotowanie podłoża pod docieplenie, wykonanie ocieplenia stropu poprzez wyłożenie pustki podpodłogowej wełną mineralną, wykończenie podłogi i zabezpieczenie przed uszkodzeniami mechanicznymi. Wzmocnienie konstrukcji stropu.

Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji warstwy termicznej:

Wariant 1- o grubości warstwy, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\text{K)/W}$

Wariant 1.1 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie pierwszym

Wariant 1.2 o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie pierwszym

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1 Wełna mineralna, $\lambda = 0,035 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1136,38m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1136,38m²	
Stopniodni: 8880,00 dzień•K/rok	$t_{\text{wo}} = \text{20,00 } ^\circ\text{C}$	$t_{\text{zo}} = \text{-20,00 } ^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	20	22	24
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,146	0,135	0,125
Opór cieplny R	(m ² K)/W	6,83	7,40	7,97
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	5,71	6,29	6,86
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	127,66	117,81	109,36
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0067	0,0061	0,0057
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	28598,26	29029,16	29398,29
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	300,00	340,00	380,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	340914,00	386369,20	431824,40
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	11,92	13,31	14,69

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 340914,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 11,92 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

W koszcie 1m² materiału uwzględniono koszt materiału izolacyjnego i materiałów, których koszty są zmienne w funkcji grubości ocieplenia. Przyjęto ceny jednostkowe brutto ocieplenia

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna

Przyklejenie płyt z multiporu na oczyszczonym podłożu od strony wewnętrznej, za pomocą przygotowanej wcześniej zaprawy. W celu uniknięcia mostków cieplnych należy przykleić warstwę płyty przy suficie oraz przy podłodze. Następnie należy wyrównać ścianę poprzez dotarcie. Zatopić siatkę w kleju, wyrównać, wykończyć gładzią, nanieść farbę lub tynk.

Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji warstwy termicznej:

Wariant 1- o grubości warstwy, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Wariant 1.1 o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantie pierwszym

Wariant 1.2 o grubości warstwy izolacji o 10 cm większej niż w wariantie pierwszym

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, MULTIPOR, $\lambda = 0,045 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	110,17m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	121,19m²	
Stopniodni: 3585,64 dzień•K/rok	$t_{wo} = \text{19,10 } ^\circ\text{C}$	$t_{zo} = \text{-20,00 } ^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW Om zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	20	25	30
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	1,144	0,188	0,156	0,133
Opór cieplny R (m ² K)/W	0,87	5,32	6,43	7,54
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	4,44	5,56	6,67
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	39,06	6,42	5,31	4,53
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0049	0,0008	0,0007	0,0006
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	1706,90	1764,89	1805,79
Cena jednostkowa usprawnienia K_j zł/m ²	---	349,64	399,64	449,64
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	42371,82	48431,17	54490,52
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	24,82	27,44	30,18

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 42371,82 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 24,82 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

W koszcie 1m² materiału uwzględniono koszt materiału izolacyjnego i materiałów, których koszty są zmienne w funkcji grubości ocieplenia. Przyjęto ceny jednostkowe brutto ocieplenia

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie

Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony

Wykonanie docieplenia stropu poprzez wyłożenie stropu dodatkową warstwą wełny mineralnej.

Rozpatruje się warianty różniące się grubością izolacji warstwy termicznej:

Wariant 1- o grubości warstwy, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\text{K)/W}$

Wariant 1.1 o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie pierwszym

Wariant 1.2 o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie pierwszym

Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna, $\lambda = 0,035 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1316,46 m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1316,46 m²	
Stopniodni: 8840,52 dzień·K/rok	$t_{wo} = \mathbf{19,73 \text{ }^\circ\text{C}}$	$t_{zo} = \mathbf{-20,00 \text{ }^\circ\text{C}}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	14	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,291	0,146	0,135	0,125
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,43	6,86	7,43	8,01
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,43	4,00	4,57
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	292,83	146,53	135,26	125,61
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0152	0,0076	0,0070	0,0065
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	6393,34	6885,54	7307,48
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m ²	---	260,00	300,00	340,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	342279,60	394938,00	447596,40
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	53,54	57,36	61,25

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 342279,60 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 53,54 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 12 cm

Informacje uzupełniające:

W koszcie 1m² materiału uwzględniono koszt materiału izolacyjnego i materiałów, których koszty są zmienne w funkcji grubości ocieplenia. Przyjęto ceny jednostkowe brutto ocieplenia

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 Okno zewnętrzne g 'Wentylacja grawitacyjna'					
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 6699,68 m ³ /h					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 333,69 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 333,69 m ²					
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 333,69 m ²					
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00					
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna (a > 4)					
Stopniodni: 3714,90 dzień•K/rok θi = 20,00 °C θe = -20,00 °C					

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,000	0,900	0,850	0,800
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1407,56	437,33	431,97	426,62
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1630	0,0836	0,0829	0,0822
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	45760,89	46039,92	46318,95
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	3000,00	3100,00	3200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	1074316,50	1034425,05	1067793,60
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	60000,00	60000,00	60000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,19	23,77	24,35

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 1061056,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,19 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **330,80** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **16,48**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **16,48**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **16,48**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **3714,90** dzień•K/rok $\theta_i = 20,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c_r		0,70	0,70	0,70
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,100	1,050	1,000
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	21,50	21,24	20,97
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0039	0,0038	0,0038
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	2236,84	2250,61	2264,39
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	5000,00	5100,00	5200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	82380,00	84027,60	85675,20
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	36,83	37,34	37,84

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 82380,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 36,83 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,10

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **6885,48/6885,48** m³/h

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik V_{nom}	m ³ /h	---	---
Współczynnik V_{obl}	m ³ /h	---	---
Współczynnik $V_{n, sup}$	m ³ /h	6885,48	4819,84
Współczynnik $V_{n, ex}$	m ³ /h	6885,48	4819,84
Współczynnik $V_{obl, sup}$	m ³ /h	6885,48	4819,84
Współczynnik $V_{obl, ex}$	m ³ /h	6885,48	4819,84
Współczynnik β	–	0,23	0,23
Współczynnik η_{oc}	---	---	60,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	161,25	45,79
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0904	0,0253
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	11883,42
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	65,50

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 778320,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 65,50 lat

Modernizacja systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **386,28** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **13,18**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **13,18**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **13,18**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **1050,90** dzień•K/rok $\theta_i = 8,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c_r		0,70	0,70	0,70
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,900	0,850	0,800
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	2,22	2,16	2,10
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0029	0,0029	0,0029
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	560,32	564,71	569,10
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	3000,00	3100,00	3200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	39540,00	40858,00	42176,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	2500,00	2500,00	2500,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	75,03	76,78	78,50

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 42040,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 75,03 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **230,65 m³/h**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **7,87m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **7,87m²**

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **7,87m²**

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieuszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: **1050,90 dzień•K/rok** $\theta_i = 8,00$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer		
		W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,00	1,00	1,00
Współczynnik c_r		0,70	0,70	0,70
Współczynnik a	---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,300	1,250	1,200
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,61	1,58	1,54
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0018	0,0018	0,0018
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	313,60	316,22	318,84
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	3000,00	3100,00	3200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	23610,00	24397,00	25184,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	0,00	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	75,29	77,15	78,99

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 23610,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 75,29 lat

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

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **6885,48/6885,48** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **199,01**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **199,01**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **199,01**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **3585,64** dzień•K/rok $\theta_i = 19,42$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		---	---	---	---
Współczynnik c _r		---	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	3,000	0,900	0,800	0,850
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	184,96	55,49	49,32	52,40
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0235	0,0071	0,0063	0,0067
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	6785,35	7108,46	6946,90
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m²	---	3000,00	3200,00	3100,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	597023,10	636824,64	616923,87
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	---	---	---
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	87,99	89,59	88,81

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 597023,10 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 87,99 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U**Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **6885,48/6885,48** m³/hPowierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **6,75**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **6,75**m²Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **6,75**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **3585,64** dzień•K/rok $\theta_i = 19,42$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			W1	W2	W3
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	37,68	37,68	37,68	37,68
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	9646,49	9646,49	9646,49	9646,49
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		---	---	---	---
Współczynnik c _r		---	---	---	---
Współczynnik a		---	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	2,800	1,100	1,000	1,050
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	5,86	2,30	2,09	2,20
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	186,31	197,27	191,79
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m²	---	5000,00	5400,00	5200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	33750,00	36450,00	35100,00
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	---	---	---
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	181,15	184,77	183,01

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Dla wybranego wariantu osiągnięto najniższy czas zwrotu SPBT

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 33750,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 181,15 lat

Modernizacja systemu wentylacji**U= 1,10**

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

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
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 [-]	0,60	0,60
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f [m ²]	5990,50	5990,50
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI} [dm ³ /(m ² ·doba)]	3,75	3,75
Czas użytkowania τ [h]	24,00	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h [-]	1,96	1,96
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$ [-]	0,65	2,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$ [-]	0,50	0,60
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$ [-]	0,84	0,95
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw} [GJ/rok]	3397,81	549,79
Max moc cieplna q_{cwu} [kW]	96,09	96,09

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

	Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ [zł/GJ]	37,68	128,57
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu [zł/MW]	9646,49	10514,10
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	56342,83
Koszt modernizacji N_u [zł]	---	408013,32
SPBT [lat]	---	7,24

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Zakup i montaż gruntowej pompy ciepła	161765,80
Odwierty pionowe – dolne źródło ciepła pompy ciepła	162426,37
Zakup i montaż kotła olejowego	14321,95
Wymiana instalacji c.w.u.	63000,00
Zbiornik buforowy	6499,20
---	---
Suma:	408013,32

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

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Instalacja gruntowej pompy ciepła oraz wymiana kotła na olejowy
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Modernizacja instalacji c.w.u.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Instalacja zbiornika buforowego

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]	37,68	128,57
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie [zł/MW]	9646,49	10514,10
Inne koszty, abonament [zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	5520,78	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [MW]	0,6138	
Sprawność systemu grzewczego	0,505	2,484
Roczna oszczędność kosztów ΔO [zł/a]	---	125351,72
Koszt modernizacji [zł]	---	3674523,73
SPBT [lat]	---	29,31

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 dotyczy wymiany obecnego źródła ciepła na pompę ciepła i kocioł olejowy.

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, $\eta_{H,g}$	2,960
Przesyłania ciepła, $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, $\eta_{H,e}$	0,920
Akumulacji ciepła, $\eta_{H,s}$	0,950
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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	2,484

*) - 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
Zakup i montaż kotła olejowego	91453,13
Zakup oraz montaż gruntowej pompy ciepła	1032959,24
Odwierty pionowe – dolne źródło ciepła pompy ciepła	1037175,06
Montaż nowych grzejników z nowymi zaworami termostatycznymi oraz wymiana pionów i poziomów instalacji centralnego ogrzewania	929600,00
Ogrzewanie podłogowe	392073,00
Zakup i montaż zasobnika buforowego	41500,80
System zarządzania energią	149762,50
Suma:	3674523,73

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Gruntowa pompa ciepła współpracująca z kotłem olejowym
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Nowe zawory termostatyczne, instalacja ogrzewania podłogowego
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Zakup oraz montaż zasobnika buforowego
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	System zarządzania energią, system z automatyką pogodową

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 Dach Dom Opatki	189643,56 zł	6,14
2.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32 zł	7,24
3.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54 zł	10,84
4.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00 zł	11,92
5.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50 zł	23,19
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82 zł	24,82
7.	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00 zł	36,83
8.	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60 zł	53,54
9.	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00 zł	65,50
10.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00 zł	75,03
11.	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	23610,00 zł	75,29
12.	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r	597023,10 zł	87,99
13.	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r	33750,00 zł	181,15
	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73	29,31

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00
11	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	23610,00
12	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r	597023,10
13	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r	33750,00
14	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		7678064,17

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00
11	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	23610,00
12	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r	597023,10
13	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		7644314,17

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00
11	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	23610,00
12	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		7047291,07

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00
11	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		7023681,07

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		6981641,07

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		6203321,07

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		5861041,47

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		5778661,47

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		5736289,65

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		4675233,15

Wariant 11		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		4334319,15

Wariant 12		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		4272180,61

Wariant 13		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		3864167,29

Wariant 14		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		3674523,73

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,6138	5520,78	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	30,38	0,49
1	0,3537	3632,15	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,57	0,49
2	0,4192	3636,25	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,57	0,49
3	0,3706	3786,18	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,58	0,49
4	0,3710	3787,13	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,58	0,49
5	0,3735	3789,09	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,58	0,49
6	0,4385	4075,84	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,58	0,49
7	0,4452	4138,16	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,92	0,49
8	0,4463	4148,78	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	24,92	0,49
9	0,4504	4186,79	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	25,11	0,49
10	0,4989	4453,29	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	25,11	0,49
11	0,5315	4764,22	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	26,65	0,49
12	0,5380	4826,60	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	26,96	0,49
13	0,5380	4826,60	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	26,96	0,49
14	0,6138	5520,78	19,15	6408,77	22180,31	32031,50	22180,31	30,38	0,49

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	5520,78 0,6138	3397,81 0,0961	0,51	1,00	1,00	14327,44	622036,24	---	---
1	3632,15 0,3537	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	1983,02	126782,75	495253,49	79,62
2	3636,25 0,3541	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	1984,63	126896,00	495140,24	79,60
3	3786,18 0,3706	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2043,80	131030,29	491005,95	78,94
4	3787,13 0,3710	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2044,17	131087,78	490948,46	78,93
5	3789,09 0,3735	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2044,94	131406,59	490629,65	78,87
6	4075,84 0,4385	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2158,09	143202,86	478833,38	76,98
7	4138,16 0,4452	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2182,69	144897,15	477139,09	76,71
8	4148,78 0,4463	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2186,88	145184,78	476851,46	76,66
9	4186,79 0,4504	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2201,87	146226,82	475809,42	76,49
10	4453,29 0,4989	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2307,03	155808,86	466227,38	74,95
11	4764,22 0,5315	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2429,73	164199,25	457836,99	73,60
12	4826,60 0,5380	549,79 0,0961	2,48	1,00	0,98	2454,34	165880,40	456155,84	73,33
13	4826,60 0,5380	3397,81 0,0961	2,48	1,00	0,98	5302,36	273193,82	348842,42	56,08
14	5520,78 0,6138	3397,81 0,0961	2,48	1,00	0,98	5576,28	292292,53	329743,71	53,01

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	7678064,17 zł	495253,49	86,16%	767806,42 6910257,75	10,00% 90,00%	1382051,55	1228490,27	990506,98
2	7644314,17 zł	495140,24	86,15%	767806,42 6876507,75	10,04% 89,96%	1375301,55	1223090,27	990280,47
3	7047291,07 zł	491005,95	85,74%	767806,42 6279484,65	10,90% 89,10%	1255896,93	1127566,57	982011,89
4	7023681,07 zł	490948,46	85,73%	767806,42 6255874,65	10,93% 89,07%	1251174,93	1123788,97	981896,92
5	6981641,07 zł	490629,65	85,73%	767806,42 6213834,65	11,00% 89,00%	1242766,93	1117062,57	981259,30
6	6203321,07 zł	478833,38	84,94%	767806,42 5435514,65	12,38% 87,62%	1087102,93	992531,37	957666,76
7	5861041,47 zł	477139,09	84,77%	767806,42 5093235,05	13,10% 86,90%	1018647,01	937766,64	954278,18
8	5778661,47 zł	476851,46	84,74%	767806,42 5010855,05	13,29% 86,71%	1002171,01	924585,84	953702,91
9	5736289,65 zł	475809,42	84,63%	767806,42 4968483,23	13,39% 86,61%	993696,65	917806,34	951618,84
10	4675233,15 zł	466227,38	83,90%	767806,42 3907426,73	16,42% 83,58%	781485,35	748037,30	932454,76
11	4334319,15 zł	457836,99	83,04%	767806,42 3566512,73	17,71% 82,29%	713302,55	693491,06	915673,99
12	4272180,61 zł	456155,84	82,87%	767806,42 3504374,19	17,97% 82,03%	700874,84	683548,90	912311,67
13	3864167,29 zł	348842,42	62,99%	767806,42 3096360,87	19,87% 80,13%	619272,17	618266,77	697684,84
14	3674523,73 zł	329743,71	61,08%	767806,42 2906717,31	20,90% 79,10%	581343,46	587923,80	659487,42

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

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

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 767806,42 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	7678064,17 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	767806,42 zł		
- planowana kwota kredytu	---	6910257,75 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	990506,98 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	495253,49 zł	tj.	79,62 %

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 23 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 19 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna

P4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: MULTIPOR

P5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 12 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g**

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

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

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne**

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

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

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica**

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

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

O4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica**

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

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($\alpha < 0,3$)

O5

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U**

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

O6

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r Zamiana współczynnika przenikania U**

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

V1

Usprawnienie: **Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

9. Podsumowanie i wnioski

9.1. W wyniku przeprowadzonej analizy wybrano wariant pierwszy za optymalny obejmujący usprawnienia i planowane koszty przedstawione w tabeli poniżej.

Zestawienie usprawnień i planowanych kosztów dla wariantu optymalnego.

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Dach Dom Opatki	189643,56
2	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	408013,32
3	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny korytarz	62138,54
4	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny poddasze	340914,00
5	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne g	1061056,50
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna	42371,82
7	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne	82380,00
8	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny ocieplony	342279,60
9	Zamiana 'Wentylacja grawitacyjna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	778320,00
10	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne piwnica	42040,00
11	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne piwnica	23610,00
12	Modernizacja przegrody Okno zewnętrzne r	597023,10
13	Modernizacja przegrody Drzwi zewnętrzne r	33750,00
14	Modernizacja systemu grzewczego	3674523,73
Całkowity koszt		7678064,17

9.2 Koszt proponowanych rozwiązań termomodernizacyjnych wynosi **7678064,17 zł** z obowiązującym podatkiem VAT.

9.3 Stosowane w termomodernizacji technologie oraz materiały muszą być dopuszczone do stosowania w Polsce przez Instytut Techniki Budowlanej i inne instytucje do tego uprawnione. Wykonawca zobowiązany jest przedstawić odpowiednie dokumenty stanowiące podstawę do stosowania w budownictwie czyli certyfikaty oraz aprobaty techniczne lub deklaracje zgodności.

9.4 W zmodernizowanym obiekcie należy przewidzieć monitoring zużycia ciepła w celu umożliwienia podejmowania dalszych decyzji racjonalizacji zużycia ciepła

ZAŁĄCZNIK 1 STAN BUDYNKU PRZED TERMOMODERNIZACJĄ

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
1	Ściana zewnętrzna 130cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,300	0,910	1,429	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,34	-	1,64	0,61
2	Ściana zewnętrzna 110cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,100	0,910	1,209	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,14	-	1,42	0,70

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
3	Ściana zewnętrzna 70cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur z ceglany/kamienny	0,700	0,910	0,769	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,74	-	0,98	1,02
4	Ściana zewnętrzna 100cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,000	0,910	1,099	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,04	-	1,31	0,76

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
5	Ściana zewnętrzna 120cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,200	0,910	1,319	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,24	-	1,53	0,65
6	Ściana zewnętrzna 60cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,600	0,910	0,659	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,64	-	0,87	1,14

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
7	Podłoga na gruncie Dom Opatki, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	4	Posadzka cementowa	0,050	1,000	0,050	-
	5	Podkład pod posadzkę	0,100	1,000	0,100	-
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U_k		0,37	-	0,92	1,09
8	Ściana na gruncie Dom Opatki, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,00	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,52	-	1,82	0,55

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
9	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,500	0,910	0,549	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,54	-	0,76	1,31
10	Ściana zewnętrzna 150cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,54	-	1,86	0,54

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
11	Ściana zewnętrzna 80cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,800	0,910	0,879	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,84	-	1,09	0,91
12	Ściana zewnętrzna piwnica 90cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,900	0,910	0,989	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,92	-	1,20	0,83

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
13	Ściana zewnętrzna piwnica, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,54	-	1,86	0,54
14	Strop wewnętrzny piwnica-pomieszczenia, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	7	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	8	Cegła pełna zwykła	0,125	0,780	0,160	-
	7	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				1,00	m
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	9	Stal	0,150	50,000	0,003	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,02	m
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				0,39	m ² •K/W
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				0,39	m ² •K/W
	Grubość całkowita i U_k		0,15	-	0,39	2,57

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c	
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
15	Dach Dom Opatki, przegroda niejednorodna						
	Wycinek A						
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,04	-
	10	Dachówki ceramiczne	0,020	1,000	0,020	-	
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,040	0,200	0,200	-	
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,1	-
	Długość wycinka L				0,03	m	
	Wycinek B						
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,04	-
	10	Dachówki ceramiczne	0,020	1,000	0,020	-	
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,1	-
	Długość wycinka L				0,37	m	
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				0,17	m ² •K/W	
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				0,36	m ² •K/W	
	Grubość całkowita i U_k			0,02	-	0,26	3,79

16

Strop wewnętrzny korytarz, przegroda niejednorodna					
Wycinek A					
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
11	Płyta gipsowo-kartonowa	0,010	0,250	0,040	-
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
Długość wycinka L				0,17	m
Wycinek B					
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
12	Pustka powietrzna	0,100	0,000	0,150	-
13	Polepa	0,100	0,850	0,118	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
11	Płyta gipsowo-kartonowa	0,010	0,250	0,040	-
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
Długość wycinka L				0,86	m
Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				0,63	m ² •K/W
Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				1,67	m ² •K/W
Grubość całkowita i U _k		0,25	-	1,15	0,87

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c	
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
18	Ściana zewnętrzna lukarna, przegroda jednorodna						
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	2	Mur ceglany/kamienny	0,300	0,910	0,330	-	
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i U _k		0,34	-	0,54	1,84	
19	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna						
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,00	-
	4	Posadzka cementowa	0,050	1,000	0,050	-	
	5	Podkład pod posadzkę	0,100	1,000	0,100	-	
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-	
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,17	-
	Grubość całkowita i U _k		0,35	-	0,82	1,22	
20	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna						
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,00	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,900	0,910	0,989	-	
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i U _k		0,92	-	1,16	0,86	

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
21	Podłoga na gruncie 2, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Posadzka cementowa	0,050	1,000	0,050	-
	5	Podkład pod posadzkę	0,100	1,000	0,100	-
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U _k		0,35	-	0,82	1,22
22	Strop wewnętrzny ocieplony, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	15	Wełna mineralna	0,150	0,050	3,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,17	m
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	15	Wełna mineralna	0,150	0,050	3,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	12	Pustka powietrzna	0,100	0,000	0,150	-
	13	Polepa	0,100	0,850	0,118	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,86	m
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				2,23	m ² •K/W
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				4,64	m ² •K/W
	Grubość całkowita i U _k		0,39	-	3,43	0,29

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
23	Strop wewnętrzny poddasze, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L			0,17	m	
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	12	Pustka powietrzna	0,100	0,000	0,150	-
	13	Polepa	0,100	0,850	0,118	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L			0,86	m	
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'			0,59	m ² •K/W	
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''			1,64	m ² •K/W	
	Grubość całkowita i U_k		0,24	-	1,12	0,90

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
24	Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,600	0,910	0,659	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,64	-	0,87	1,14
25	Okno zewnętrzne g, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3
26	Drzwi zewnętrzne piwnica, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3
27	Okno zewnętrzne piwnica, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3
28	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,8
29	Drzwi zewnętrzne r, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,8
30	Okno zewnętrzne r, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Piwnica

Rodzaj budynku:					Piwnica							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _f	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
-	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Piwnica	418,26	1233,87	0,30	120,46	0,30	370,16	0,30	24,09	0,70	370,16	0,70	141,05

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną

Rodzaj budynku:	Internat						
Wentylacja grawitacyjna							
	A _f	V	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	H _{ve}
-	m ²	m ³	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Grupa	1729,61	6885,48	6885,48	1,00	275,42	1,00	2386,97

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Pomieszczenia ogrzewane

Rodzaj budynku:	Internat						
Wentylacja grawitacyjna							
	A _f	V	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	H _{ve}
-	m ²	m ³	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Pomieszczenia ogrzewane	4260,90	14060,97	6442,48	1,00	4218,29	1,00	3553,59

Obliczenia zbiorcze dla strefy Piwnica												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	8,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	418,3	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	1,3	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	125643303	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	194,2	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,1	-	
-									a_H	13,9	-	
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 θ_e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	1270	1256	455	220	-481	-906	-1137	-976	-518	40	453	1003
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	123,37	111,43	123,37	119,39	123,37	119,39	123,37	123,37	119,39	123,37	119,39	123,37
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	1147	1145	331	101	-605	-1025	-1260	-1099	-637	-83	334	879
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	184	247	393	530	676	677	703	638	435	352	218	170
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	405	365	405	391	405	391	405	405	391	405	391	405
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	589	612	798	921	1081	1069	1108	1042	827	757	609	575
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,46	0,49	1,76	4,19	-2,25	-1,18	-0,97	-1,07	-1,60	18,86	1,35	0,57
$\gamma_{H,1}$	0,48	0,48	1,12	2,97	4,19	0,00	0,00	0,00	11,52	10,10	0,96	0,52
$\gamma_{H,2}$	0,52	1,12	2,97	4,19	4,19	0,00	0,00	0,00	18,86	18,86	10,10	0,96
$f_{H,m}$	1,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,57	0,24	-0,45	-0,85	-1,03	-0,94	-0,63	0,05	0,74	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	681,2 4	644,0 2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	428,4 3
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											1755,6	

Obliczenia zbiorcze dla Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	19,42	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	1729,6	m²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	6,0	W/m²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	525534404	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	20,9	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,4	-	
-									a_H	2,4	-	
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 θ_e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	108776	102477	77055	66014	40654	22232	15173	21413	37329	60934	75073	98376
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	1870,57	1689,55	1870,57	1810,23	1870,57	1810,23	1870,57	1870,57	1810,23	1870,57	1810,23	1870,57
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	110647	104166	78925	67824	42524	24042	17043	23284	39139	62805	76883	100246
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	2407	3135	5453	7458	9986	10057	10472	9195	6261	4650	2850	2162
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	7721	6974	7721	7472	7721	7472	7721	7721	7472	7721	7472	7721
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	10128	10109	13174	14930	17707	17529	18193	16916	13733	12371	10321	9883
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,09	0,10	0,17	0,23	0,44	0,79	1,20	0,79	0,37	0,20	0,14	0,10
$\gamma_{H,1}$	0,10	0,10	0,13	0,20	0,33	0,00	0,00	0,00	0,29	0,17	0,12	0,10
$\gamma_{H,2}$	0,10	0,13	0,20	0,33	0,61	0,00	0,00	0,00	0,58	0,29	0,17	0,12
$f_{H,m}$	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, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,99	0,98	0,92	0,78	0,64	0,78	0,94	0,98	0,99	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	98679,64	92403,48	64041,40	51416,52	24401,83	8497,10	3548,08	8168,27	24417,56	48782,07	64828,40	88529,23
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											577713,6	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Pomieszczenia ogrzewane												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	20,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	4260,9	m²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	6,0	W/m²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	1113101222	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	26,4	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,4	-	
-									a_H	2,8	-	
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 θ_e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	187045	176016	133977	115342	73078	42096	30449	40889	67353	107007	130497	169646
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	21098,61	19056,81	21098,61	20418,01	21098,61	20418,01	21098,61	21098,61	20418,01	21098,61	20418,01	21098,61
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	208144	195073	155075	135760	94177	62514	51548	61988	87771	128106	150915	190744
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	4121	5567	9531	13135	17647	17802	18452	16356	10779	8086	4909	3693
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	19021	17180	19021	18407	19021	18407	19021	19021	18407	19021	18407	19021
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	23142	22747	28552	31542	36668	36209	37473	35377	29187	27107	23316	22713
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,12	0,13	0,21	0,27	0,50	0,86	1,23	0,87	0,43	0,25	0,18	0,13
$\gamma_{H,1}$	0,13	0,13	0,17	0,24	0,39	0,00	0,00	0,00	0,34	0,22	0,16	0,13
$\gamma_{H,2}$	0,13	0,17	0,24	0,39	0,68	0,00	0,00	0,00	0,65	0,34	0,22	0,16
$f_{H,m}$	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, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,99	0,98	0,92	0,79	0,65	0,78	0,94	0,98	0,99	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	16396,678	15333,871	10573,938	84443,01	39347,85	13605,52	5933,90	13121,65	39881,43	80359,15	10734,557	14700,874
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											954091,7	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Piwnica	418,26	1233,87	8,00	1755,65
1	Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną	1729,61	6885,48	19,42	577713,58
1	Pomieszczenia ogrzewane	4260,90	14060,97	20,00	954091,70
Całkowite zapotrzebowanie strefy				Q_{H,nd} [kWh/rok]	1533560,93

ZAŁĄCZNIK 2 STAN BUDYNKU PO TERMOMODERNIZACJI

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
1	Ściana zewnętrzna 130cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,300	0,910	1,429	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U _k		1,34	-	1,64	0,61
2	Ściana zewnętrzna 110, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,100	0,910	1,209	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U _k		1,14	-	1,42	0,70

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
3	Ściana zewnętrzna 70, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,700	0,910	0,769	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,74	-	0,98	1,02
4	Ściana zewnętrzna 100, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,000	0,910	1,099	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,04	-	1,31	0,76

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
5	Ściana zewnętrzna 120, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,200	0,910	1,319	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,24	-	1,53	0,65
6	Ściana zewnętrzna 60cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,600	0,910	0,659	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,64	-	0,87	1,14

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
7	Podłoga na gruncie Dom Opatki, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	4	Posadzka betonowa	0,050	1,000	0,050	-
	5	Podkład betonowy	0,100	1,000	0,100	-
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U_k		0,37	-	0,92	1,09
8	Ściana na gruncie Dom Opatki, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,00	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,52	-	1,82	0,55

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
9	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,500	0,910	0,549	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,54	-	0,76	1,31
10	Ściana zewnętrzna 150cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,54	-	1,86	0,54

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
11	Ściana zewnętrzna 80cm, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,800	0,910	0,879	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,84	-	1,09	0,91
12	Ściana zewnętrzna piwnica 90, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,900	0,910	0,989	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,92	-	1,20	0,83

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
13	Ściana zewnętrzna piwnica, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	2	Mur ceglany/kamienny	1,500	0,910	1,648	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		1,52	-	1,86	0,54
14	Strop wewnętrzny piwnica-pomieszczenia, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	7	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	8	Cegła pełna zwykła	0,125	0,780	0,160	-
	7	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,015	0,820	0,018	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				1,00	m
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	9	Stal	0,150	50,000	0,003	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,02	m
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				0,39	m ² •K/W
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				0,39	m ² •K/W
	Grubość całkowita i U_k		0,15	-	0,39	2,57

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c	
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
15	Dach Dom Opatki, przegroda niejednorodna						
	Wycinek A						
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,04	-
	10	Wełna mineralna	0,230	0,035	6,571	-	
	11	Dachówki ceramiczne	0,020	1,000	0,020	-	
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,040	0,200	0,200	-	
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,1	-
	Długość wycinka L				0,03	m	
	Wycinek B						
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,04	-
	10	Wełna mineralna	0,230	0,035	6,571	-	
	11	Dachówki ceramiczne	0,020	1,000	0,020	-	
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,1	-
	Długość wycinka L				0,37	m	
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				6,75	m ² •K/W	
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				6,93	m ² •K/W	
	Grubość całkowita i U_k			0,25	-	6,84	0,15

16

Strop wewnętrzny korytarz, przegroda niejednorodna					
Wycinek A					
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
12	Płyta styropianowa	0,190	0,034	5,588	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
13	Płyta gipsowo-kartonowa	0,010	0,250	0,040	-
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
Długość wycinka L				0,17	m
Wycinek B					
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
12	Płyta styropianowa	0,190	0,034	5,588	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
14	Pustka powietrzna	0,100	0,000	0,150	-
15	Polepa	0,100	0,850	0,118	-
3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
13	Płyta gipsowo-kartonowa	0,010	0,250	0,040	-
65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
Długość wycinka L				0,86	m
Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				3,68	m ² •K/W
Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				7,26	m ² •K/W
Grubość całkowita i U _k		0,44	-	5,47	0,18

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c	
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
18	Ściana zewnętrzna lukarna, przegroda jednorodna						
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	2	Mur ceglany	0,300	0,910	0,330	-	
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,34	-	0,54	1,84	
19	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna						
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,00	-
	4	Posadzka cementowa	0,050	1,000	0,050	-	
	5	Podkład pod posadzkę	0,100	1,000	0,100	-	
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-	
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,17	-
	Grubość całkowita i U_k		0,35	-	0,82	1,22	
20	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna						
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,00	-
	2	Mur ceglany/kamienny	0,900	0,910	0,989	-	
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,92	-	1,16	0,86	

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
21	Podłoga na gruncie 2, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Posadzka cementowa	0,050	1,000	0,050	-
	5	Podkład pod posadzkę	0,100	1,000	0,100	-
	6	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U _k		0,35	-	0,82	1,22
22	Strop wewnętrzny ocieplony, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	10	Wełna mineralna	0,120	0,035	3,429	-
	17	Wełna mineralna	0,150	0,050	3,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,17	m
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	10	Wełna mineralna	0,120	0,035	3,429	-
	17	Wełna mineralna	0,150	0,050	3,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	14	Pustka powietrzna	0,100	0,000	0,150	-
	15	Polepa	0,100	0,850	0,118	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,86	m
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				4,09	m ² •K/W
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				8,07	m ² •K/W
	Grubość całkowita i U _k		0,51	-	6,08	0,16

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)
23	Strop wewnętrzny poddasze, przegroda niejednorodna					
	Wycinek A					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,200	0,200	1,000	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,17	m
	Wycinek B					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	18	Wełna mineralna	0,200	0,035	5,714	-
	3	Sosna i świerk w poprzek włókien	0,020	0,200	0,100	-
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,1	-
	Długość wycinka L				0,86	m
	Kres górny całkowitego oporu ciepła R'				3,71	m ² •K/W
	Kres dolny całkowitego oporu ciepła R''				7,36	m ² •K/W
	Grubość całkowita i U_k			0,44	-	5,53

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c	
			m	W/(m•K)	m ² •K/W	W/(m ² •K)	
24	Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna, przegroda jednorodna						
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,04	-
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	2	Mur ceglany/kamienny	0,600	0,910	0,659	-	
	1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,900	0,022	-	
	19	MULTIPOR	0,200	0,045	4,444	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,84	-	5,32	0,19	
25	Okno zewnętrzne g, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	0,9	
26	Drzwi zewnętrzne piwnica, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,3	
27	Okno zewnętrzne piwnica, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	0,9	
28	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,1	
29	Drzwi zewnętrzne r, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,1	
30	Okno zewnętrzne r, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	0,9	
31	Okno zewnętrzne g, przegroda jednorodna						
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3	

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Piwnica

Rodzaj budynku:					Piwnica							
Wentylacja grawitacyjna												
Nazwa pomieszczenia/strefy	A _f	V	β	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	V _{ve,3}	b _{ve,3}	V _{ve,4}	b _{ve,4}	H _{ve}
-	m ²	m ³	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Piwnica	418,26	1233,87	0,30	120,46	0,30	370,16	0,30	24,09	0,70	370,16	0,70	141,05

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną

Rodzaj budynku:	Internat						
Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna							
	A _f	V	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	H _{ve}
-	m ²	m ³	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Grupa	1729,61	6885,48	6885,48	1,00	275,42	1,00	2386,97

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla Pomieszczenia ogrzewane

Rodzaj budynku:	Internat						
Wentylacja grawitacyjna							
	A _f	V	V _{ve,1}	b _{ve,1}	V _{ve,2}	b _{ve,2}	H _{ve}
-	m ²	m ³	m ³ /h	-	m ³ /h	-	W/K
Pomieszczenia ogrzewane	4260,90	14060,97	6442,48	1,00	4218,29	1,00	3553,59

Obliczenia zbiorcze dla strefy Piwnica												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	8,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	418,3	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	1,3	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	125643303	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	251,7	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,1	-	
-									a_H	17,8	-	
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 θ_e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	980	969	351	170	-371	-699	-877	-753	-399	31	349	774
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	123,37	111,43	123,37	119,39	123,37	119,39	123,37	123,37	119,39	123,37	119,39	123,37
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	857	858	227	50	-495	-818	1000	-876	-519	-92	230	650
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	184	247	393	530	676	677	703	638	435	352	218	170
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	405	365	405	391	405	391	405	405	391	405	391	405
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	589	612	798	921	1081	1069	1108	1042	827	757	609	575
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,60	0,63	2,27	5,43	-2,91	-1,53	-1,26	-1,38	-2,07	24,45	1,74	0,74
$\gamma_{H,1}$	0,62	0,62	1,45	3,85	5,43	0,00	0,00	0,00	14,94	13,10	1,24	0,67
$\gamma_{H,2}$	0,67	1,45	3,85	5,43	5,43	0,00	0,00	0,00	24,45	24,45	13,10	1,24
$f_{H,m}$	1,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,44	0,18	-0,34	-0,65	-0,79	-0,72	-0,48	0,04	0,57	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	391,07	357,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	199,98
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											948,2	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ _i	19,42	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A _f	1729,6	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q _{int}	6,0	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C _m	525534404	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	32,4	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									γ _{H,lim}	1,3	-	
-									a _H	3,2	-	
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 θ _e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
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,th} =10 ⁻³ •H _{tr} •(θ _i -θ _e)•t _m kWh/m-c	70046	65989	49619	42510	26179	14316	9770	13789	24038	39239	48343	63349
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi Q _{H,zy} =10 ⁻³ •H _{zy} •(θ _i -θ _{i,yz})•t _m kWh/m-c	1806,10	1631,32	1806,10	1747,84	1806,10	1747,84	1806,10	1806,10	1747,84	1806,10	1747,84	1806,10
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie Q _{H,ht} =Q _{H,t} +Q _{H,zy} kWh/m-c	71852	67621	51425	44257	27985	16064	11577	15595	25786	41045	50091	65155
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q _{sol} , kWh/m-c	2407	3135	5453	7458	9986	10057	10472	9195	6261	4650	2850	2162
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q _{int} =q _{int} •10 ⁻³ •A•t _m kWh/m-c	7721	6974	7721	7472	7721	7472	7721	7721	7472	7721	7472	7721
Miesięczne zyski ciepła Q _{H,gn} =Q _{sol} +Q _{int} kWh/m-c	10128	10109	13174	14930	17707	17529	18193	16916	13733	12371	10321	9883
γ _H =Q _{H,gn} /Q _{H,ht}	0,14	0,15	0,27	0,35	0,68	1,22	1,86	1,23	0,57	0,32	0,21	0,16
γ _{H,1}	0,15	0,15	0,21	0,31	0,51	0,00	0,00	0,00	0,44	0,26	0,18	0,15
γ _{H,2}	0,15	0,21	0,31	0,51	0,95	0,00	0,00	0,00	0,90	0,44	0,26	0,18
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, η _{H,gn}	1,00	1,00	0,99	0,98	0,88	0,68	0,50	0,68	0,92	0,98	0,99	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q _{H,nd,n} =Q _{H,ht} - η _{H,gn} •Q _{H,gn} kWh/m-c	59937,41	55903,38	36592,37	27938,78	10542,80	2429,11	684,87	2331,17	11415,65	27089,80	38082,89	53489,32
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q _{H,nd} =Σ(Q _{H,nd,n}), kWh/rok											326437,5	

Obliczenia zbiorcze dla strefy Pomieszczenia ogrzewane												
Temperatura wewnętrzna strefy									θ_i	20,00	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A_f	4260,9	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q_{int}	6,0	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C_m	1113101222	J/K	
Stała czasowa budynku									τ	31,3	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									$\gamma_{H,lim}$	1,3	-	
-									a_H	3,1	-	
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 θ_e , °C	-1,5	-2,4	4,6	6,3	11,6	15,0	16,5	15,3	12,0	7,7	4,5	0,5
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,th}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	157915	148604	113111	97379	61697	35540	25707	34521	56864	90342	110173	143226
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie z strefami ogrzewanymi $Q_{H,zy}=10^{-3} \cdot H_{zy} \cdot (\theta_i - \theta_{i,yz}) \cdot t_m$ kWh/m-c	21098,61	19056,81	21098,61	20418,01	21098,61	20418,01	21098,61	21098,61	20418,01	21098,61	20418,01	21098,61
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,ht}=Q_{H,t}+Q_{H,zy}$ kWh/m-c	179014	167661	134210	117797	82796	55958	46806	55620	77282	111441	130592	164324
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	4121	5567	9531	13135	17647	17802	18452	16356	10779	8086	4909	3693
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	19021	17180	19021	18407	19021	18407	19021	19021	18407	19021	18407	19021
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	23142	22747	28552	31542	36668	36209	37473	35377	29187	27107	23316	22713
$\gamma_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,15	0,15	0,25	0,32	0,59	1,02	1,46	1,02	0,51	0,30	0,21	0,16
$\gamma_{H,1}$	0,15	0,15	0,20	0,29	0,46	0,00	0,00	0,00	0,41	0,26	0,19	0,15
$\gamma_{H,2}$	0,15	0,20	0,29	0,46	0,81	0,00	0,00	0,00	0,77	0,41	0,26	0,19
$f_{H,m}$	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, $\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	0,99	0,98	0,91	0,75	0,60	0,75	0,93	0,98	0,99	1,00
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	134826,14	125915,39	84864,64	66500,42	28416,04	8445,06	3208,39	8128,00	29615,49	63700,14	87009,91	120577,18
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=\Sigma(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											761206,8	

Zestawienie stref

Zestawienie stref					
Numer strefy	Nazwa strefy	A	V	t	Zapotrzebowanie na ciepło
	-	m ²	m ³	°C	kWh/rok
1	Piwnica	418,26	1233,87	8,00	948,19
1	Pomieszczenia z wentylacją mechaniczną	1729,61	6885,48	19,42	326437,51
1	Pomieszczenia ogrzewane	4260,90	14060,97	20,00	761206,81
Całkowite zapotrzebowanie strefy				Q_{H,nd} [kWh/rok]	1088592,51

ZAŁĄCZNIK 3 TARYFY ZA ENERGIĘ

Przed modernizacją

Taryfa za ciepło	Przed modernizacją	Jednostka
System	Centralne ogrzewanie	
Paliwo:	Węgiel kamienny	
Udział w wytworzeniu ciepła	100,00	%
Cena jednostkowa paliwa	780,00	zł/t
Wartość opałowa	20,70	MJ/kg MJ/kg
Jednostkowy koszt energii cieplnej	37,68	zł/GJ
Całkowite straty systemu grzewczego	0,709	MW
Moc systemu grzewczego	0,709	MW
Koszt inwestycji źródła ciepła	127620	zł
Czas eksploatacji	8	lata
Amortyzacja	15952,50	zł/rok
Pobór energii elektrycznej przez urządzenia pomocnicze	11400	kWh/rok
Koszt jednostkowy energii elektrycznej	0,520	zł/kWh
Koszty napędu urządzeń pomocniczych	5928	zł/rok
Palacze	57600	zł/rok
Przeglądy techniczne/remonty/inne koszty	2600	zł/rok
Suma kosztów stałych na rok	82080,45	zł/rok
Miesięczne koszty stałe na jednostkę mocy	9646,49	zł/MW/mc

Po modernizacji

Taryfa za ciepło	Po modernizacji		Jednostka
System	Ciepła woda użytkowa		
Paliwo	Energia elektryczna	Olej opałowy	
Wartość opałowa paliwa	3,6	40,4	GJ/MWh; GJ/t
Koszt jednostkowy paliwa	0,520	2,38	zł/kWh; zł/l
Koszt zmienny jednostki ciepła	144,444	68,53	zł/GJ
Udział w wytworzeniu ciepła	79,090	20,91	%
Jednostkowy koszt energii cieplnej	128,57		zł/GJ
Moc źródła ciepła	0,709		MW
Inwestycja w źródło	1194725	105775,08	zł
Czas eksploatacji źródła ciepła	20	16	lat
Amortyzacja	59736,25	6610,94	zł/rok
Roczny pobór energii przez urządzenia pomocnicze	33120,88		kWh/rok
Jednostkowy koszt energii elektrycznej	0,520		zł/kWh
Roczny koszt energii pobieranej przez urządzenia pomocnicze	17222,8576		zł/rok
Inne koszty stałe (przeglądy techniczne, remonty)	6000		zł/rok
Suma kosztów stałych na rok	89570,050		zł/rok
Miesięczne koszty stałe na jednostkę mocy	10514,10		zł/MW/m-c

ZAŁĄCZNIK 4 OBLICZENIA POMPY CIEPŁA

		Temperatura w instalacji		Ilość godzin	Moc c.o.	Moc c.w.u.	Suma	średnia T
T _{zew}	moc wzg.	T _z	T _p	L _h	kW	kW	kW	°C
-14	1	70,0	50,0	23	381,49	96,40	477,89	59,44
-13	0,975	68,9	49,4	20	371,90	96,40	468,30	58,66
-12	0,95	67,9	48,9	22	362,31	96,40	458,71	57,87
-11	0,925	66,8	48,3	17	352,72	96,40	449,12	57,08
-10	0,9	65,8	47,8	18	343,13	96,40	439,53	56,29
-9	0,875	64,7	47,2	19	333,54	96,40	429,94	55,49
-8	0,85	63,6	46,6	28	323,95	96,40	427,44	54,68
-7	0,825	62,5	46,0	57	314,36	96,40	424,94	53,87
-6	0,8	61,5	45,5	125	304,77	96,40	422,44	53,06
-5	0,775	60,4	44,9	213	295,18	96,40	419,94	52,24
-4	0,75	59,3	44,3	132	285,59	96,40	417,44	51,41
-3	0,725	58,2	43,7	180	276,00	96,40	414,94	50,58
-2	0,7	57,1	43,1	233	266,41	96,40	412,44	49,74
-1	0,675	56,0	42,5	223	256,82	96,40	409,94	48,90
0	0,65	54,8	41,8	371	247,23	96,40	407,44	48,05
1	0,625	53,7	41,2	369	237,64	96,40	404,94	47,19
2	0,6	52,6	40,6	404	228,05	96,40	402,44	46,32
3	0,575	51,4	39,9	401	218,46	96,40	399,94	45,45
4	0,55	50,3	39,3	392	208,87	96,40	397,44	44,57
5	0,525	49,1	38,6	369	199,28	96,40	394,94	43,68
6	0,5	48,0	38,0	290	189,69	96,40	392,44	42,78
7	0,475	46,8	37,3	266	180,10	96,40	389,94	41,87
8	0,45	45,6	36,6	235	170,51	96,40	387,44	40,95
9	0,425	44,4	35,9	236	160,92	96,40	384,94	40,02
10	0,4	43,2	35,2	286	151,33	96,40	382,44	39,08
11	0,375	42,0	34,5	251	141,74	96,40	379,94	38,13
12	0,35	40,8	33,8	254	132,15	96,40	377,44	37,16
13	0,325	39,5	33,0	195	122,56	96,40	374,94	36,18
14	0,3	38,3	32,3	185	112,97	96,40	372,44	35,18
15	0,275	37,0	31,5	146	103,38	96,40	369,94	34,17
16	0,25	35,7	30,7	137	93,79	96,40	367,44	33,13
17	0,225	34,4	29,9	93	84,20	96,40	364,94	32,08
18	0,2	33,0	29,0	75	74,61	96,40	362,44	30,99

Czas pracy pompy ciepła	4955 h/rok	79,09%
Czas pracy kotła olejowego	1310 h/rok	20,91%
	--	100,00%
Sprawność średnioważona	--	2,95

Współczynnik mocy gruntu	35	W/metr bieżący
Długość odwiertów	9752	m
	9,75	km
Koszt za metr bieżący	123	zł/m b.
Całkowity koszt odwiertów	1 199 601 zł	zł

Jako nowe źródło ciepła w budynku proponuje się gruntową pompę ciepła z kolektorem pionowym. Obliczona długość odwiertów, przy założeniu współczynnika mocy gruntu na poziomie 35W/m^2 , wynosi 9,75 km, a ich koszt kształtuje się na poziomie 1 199 601 zł.

Pompa ciepła będzie wspomagana przez kocioł olejowy. Pompa ciepła pokryje zapotrzebowanie na ciepło na poziomie 79,09% w ciągu roku, natomiast pozostałą część pokryje kocioł olejowy.

ZAŁĄCZNIK 5 OBLICZENIA MODERNIZACJI OŚWIETLENIA

Stan przed modernizacją				Stan po modernizacji				
Rodzaj źródła światła	Czas działania oświetlenia	Moc oprawy	Ilość opraw	Rodzaj źródła światła	Moc oprawy	Ilość	Koszt oprawy wraz ze źródłem	Nakłady inwestycyjne
-	h/rok	W	szt.	-	W	szt.	zł/szt	zł
Żarówki tradycyjne	3000	60	372	Oprawa led	7,5	372	775,32	288419,04
Świetlówki liniowe	3000	72	17	Oprawa ze świetlówką LED	46	17	1350	22950
Świetlówki liniowe	3000	36	7	Oprawa ze świetlówką LED	18	7	925	6475

Oprawa z żarówką zwykłą	Stan przed modernizacją	Po modernizacji	Jednostka
Moc elektryczna pojedynczej oprawy	60	7,5	W
Strumień świetlny źródła światła	660	625	lm
Sprawność oprawy	0,65	0,8	-
Liczba opraw	372	372	sztuk
Trwałość źródła światła	1000	15000	h
Łączna moc elektryczna opraw oświetleniowych	22,32	2,79	kW
Zmniejszenie zapotrzebowania na moc elektryczną	-	19,53	kW
Łączny strumień świetlny opraw oświetleniowych	159588	186000	lm
Roczny czas wykorzystania oświetlenia	3000	3000	h
Współczynnik wpływu światła dziennego, F_D	1,00	0,8	-
Współczynnik wpływu nieobecności pracowników, F_O	1,00	0,9	-
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia, F_C	1,00	0,8	-
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną	66960,00	4821,12	kWh/rok
Redukcja rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	-	62138,88	
Liczba źródeł światła do wymiany w ciągu roku	1116	74	sztuk
Koszt wymiany poj. Źródła światła	5,00	30,00	zł
Opłata za energię elektryczną	0,52		zł/kWh
Roczny koszt wymiany źródeł oświetlenia	5580,00	2232,00	zł/rok
Zmniejszenie kosztów wymiany źródła oświetlenia	-	3348,00	zł/rok
Roczne koszty energii elektrycznej	34819,20	2506,98	zł/rok
Zmniejszenie roczne kosztów energii elektrycznej	-	32312,22	zł/rok
Łączne roczne koszty eksploatacyjne bez amortyzacji	40399,20	4738,98	zł/rok
Zmniejszenie łącznych kosztów bez amortyzacji	-	35660,22	zł/rok
Koszt inwestycyjny	-	288419,0	zł
SPBT	-	8,09	lat

Świetlówka liniowa 2 x 120 cm	Stan przed modernizacją	Po modernizacji	Jednostka
Moc elektryczna pojedynczej oprawy	72	46	W
Strumień świetlny źródła światła	6300	5000	lm
Sprawność oprawy	0,65	0,9	-
Liczba opraw	17	17	sztuk
Trwałość źródła światła	15000	30000	h
Łączna moc elektryczna opraw oświetleniowych	1,22	0,78	kW
Zmniejszenie zapotrzebowania na moc elektryczną	-	0,44	kW
Łączny strumień świetlny opraw oświetleniowych	69615	76500	lm
Roczny czas wykorzystania oświetlenia	3000	3000	h
Współczynnik wpływu światła dziennego, F_D	1,00	0,8	-
Współczynnik wpływu nieobecności pracowników, F_O	1,00	0,9	-
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia, F_C	1,00	0,8	-
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną	3672,00	1351,30	kWh/rok
Redukcja rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	-	2320,70	
Liczba źródeł światła do wymiany w ciągu roku	3	2	sztuk
Koszt wymiany poj. źródła światła	25,00	100,00	zł
Opłata za energię elektryczną	0,52		zł/kWh
Roczny koszt wymiany źródeł oświetlenia	85,00	170,00	zł/rok
Zmniejszenie kosztów wymiany źródła oświetlenia	-	-85,00	zł/rok
Roczne koszty energii elektrycznej	1909,44	702,67	zł/rok
Zmniejszenie roczne kosztów energii elektrycznej	-	1206,77	zł/rok
Łączne roczne koszty eksploatacyjne bez amortyzacji	1994,44	872,67	zł/rok
Zmniejszenie łącznych kosztów bez amortyzacji	-	1121,77	zł/rok
Koszt inwestycyjny	-	22950,0	zł
SPBT	-	20,46	lat

Świetlówka liniowa 2x 60 cm	Stan przed modernizacją	Po modernizacji	Jednostka
Moc elektryczna pojedynczej oprawy	36	18	W
Strumień świetlny źródła światła	5400	4312	lm
Sprawność oprawy	0,65	0,9	-
Liczba opraw	7	7	sztuk
Trwałość źródła światła	15000	30000	h
Łączna moc elektryczna opraw oświetleniowych	0,25	0,13	kW
Zmniejszenie zapotrzebowania na moc elektryczną	-	0,13	kW
Łączny strumień świetlny opraw oświetleniowych	24570	27165,6	lm
Roczny czas wykorzystania oświetlenia	3000	3000	h
Współczynnik wpływu światła dziennego, F_D	1,00	0,8	-
Współczynnik wpływu nieobecności pracowników, F_O	1,00	0,9	-
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia, F_C	1,00	0,8	-
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną	756,00	217,73	kWh/rok
Redukcja rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	-	538,27	
Liczba źródeł światła do wymiany w ciągu roku	1,40	0,70	sztuk
Koszt wymiany poj. źródła światła	20,00	80,00	zł
Opłata za energię elektryczną	0,52		zł/kWh
Roczny koszt wymiany źródeł oświetlenia	28,00	56,00	zł/rok
Zmniejszenie kosztów wymiany źródła oświetlenia	-	-28,00	zł/rok
Roczne koszty energii elektrycznej	393,12	113,22	zł/rok
Zmniejszenie roczne kosztów energii elektrycznej	-	279,90	zł/rok
Łączne roczne koszty eksploatacyjne bez amortyzacji	421,12	169,22	zł/rok
Zmniejszenie łącznych kosztów bez amortyzacji	-	251,90	zł/rok
Koszt inwestycyjny	-	6475,0	zł
SPBT	-	25,70	lat

Podsumowanie modernizacji		
Zużycie energii elektrycznej przed modernizacją	71388,00	kWh/rok
Zużycie energii elektrycznej po modernizacji	6390,14	kWh/rok
Redukcja zużycia energii elektrycznej	64997,86	kWh/rok
Koszty eksploatacyjne przed modernizacją	42814,76	zł/rok
Koszty eksploatacyjne po modernizacji	5780,87	zł/rok
Oszczędności kosztów wynikające z modernizacji	37033,89	zł/rok
Powierzchnia podlegająca analizie oświetlenia	6408,80	m ²
Wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej na oświetlenie przed modernizacją, EP _L	33,42	kWh/m ² *rok
Wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej na oświetlenie budynku po modernizacji, EP _L	2,99	kWh/m ² *rok
Redukcja wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej na potrzeby oświetlenia budynku po modernizacji, ΔEP _L	30,43	kWh/m ² *rok
Nakłady inwestycyjne	317844,04	zł
SPBT	8,58	lat

ZAŁĄCZNIK 6 OBLICZENIA EFEKTU EKOLOGICZNEGO TERMOMODERNIZACJI**Przed modernizacją**

Emisja CO ₂ :					1425,93	t/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania:					3036008	kWh/rok
					10929,63	GJ/rok
Rodzaj paliwa:	Węgiel kamienny			WO=	22,67	MJ/kg
		100,00	%	WE=	94,72	kg/GJ
				wh=	1,1	-
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do c.w.u.:					943836	kWh/rok
					3397,81	GJ/rok
Rodzaj paliwa:	Węgiel kamienny			WO=	22,67	MJ/kg
		100,00	%	WE=	94,72	kg/GJ
				wh=	1,10	-
Roczne zapotrzebowanie energii pomocniczej do c.o. i c.w.u. oraz na potrzeby oświetlenia					82788	kWh/rok
					298,04	GJ/rok
Rodzaj paliwa:	Energia elektryczna			WO=	3,60	MJ/MWh
		100,00	%	WE=	230,97	kg/GJ
				wel=	3,00	-

Po modernizacji

Emisja CO ₂ :				427,20	t/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania:				398119	kWh/rok
				1433,23	GJ/rok
Rodzaj paliwa:	Energia elektryczna	79,09	%	WO= 3,60	MJ/MWh
				WE= 230,97	kg/GJ
				wh= 3,00	-
Rodzaj paliwa:	Olej opałowy	20,91	%	WO= 40,40	MJ/kg
				WE= 77,40	kg/GJ
				wh= 1,10	-
Roczne zapotrzebowanie energii do c.w.u.:				152719	kWh/rok
				549,79	GJ/rok
Rodzaj paliwa:	Energia elektryczna	79,09	%	WO= 3,60	MJ/MWh
				WE= 230,97	kg/GJ
				wh= 3,00	-
Rodzaj paliwa:	Olej opałowy	20,91	%	WO= 40,40	MJ/kg
				WE= 77,40	kg/GJ
				wh= 1,10	-
Roczne zapotrzebowanie energii pomocniczej do c.o. i c.w.u. oraz na potrzeby oświetlenia				39511,02	kWh/rok
				142,24	GJ/rok
Rodzaj paliwa	Energia elektryczna	100,00	%	WO= 3,60	MJ/MWh
				WE= 230,97	kg/GJ
				wel= 3,00	-

Redukcja CO₂

Przed modernizacją:	1425,93	t/rok
Po modernizacji:	427,20	t/rok
Redukcja CO ₂	998,74	t/rok
Redukcja CO ₂	70,04	%

ZAŁĄCZNIK 7 OBLICZENIA ENERGII PIERWOTNEJ ORAZ KOŃCOWEJ

Energia pierwotna przed modernizacją	16654,29	GJ/rok
Energia pierwotna po modernizacji	5587,95	GJ/rok
Redukcja	11066,35	GJ/rok
	66,45	%

Energia końcowa przed modernizacją	14625,48	GJ/rok
Energia końcowa po modernizacji	2125,26	GJ/rok
Redukcja	12500,22	GJ/rok
	85,47	%

Energia użytkowa przed modernizacją	6438,19	GJ/rok
Energia użytkowa po modernizacji	4561,30	GJ/rok
Redukcja	1876,89	GJ/rok
	29,15	%

ZAŁĄCZNIK 8 EFEKTYWNOŚĆ KOSZTOWA MODERNIZACJI

Koszty użytkowania budynku przed modernizacją 664851,00 zł/rok

Koszty użytkowania budynku po modernizacji 132563,62 zł/rok

Redukcja kosztów wynosi 80,06 %

ZAŁĄCZNIK 9 OSOBA UDZIELAJĄCA INFORMACJI

Burmistrz Gminy i Miasta Lubomierz Pan Wiesław Ziółkowski, tel. 75 78 33 166

Sekretarz Gminy i Miasta Lubomierz Pani Bożena Pawłowicz, tel. 604 578 778

Kierownik internatu Pan Edward Korecki, tel. 690 231 487

ZAŁĄCZNIK 10 ZDJĘCIA Z WIZJI LOKALNEJ



ZAŁĄCZNIK 11 DOKUMENTACJA RYSUNKOWA



