

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
Szkoły Podstawowej nr 22
im. Gabriela Narutowicza
w Częstochowie

Inwestor:

Gmina Miasto Częstochowa
ul. Śląska 11/13
42-217 Częstochowa

Egzemplarz
nr

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1929
1.3 INWESTOR	Gmina Miasta Częstochowa ul. Śląska 11/13 42-217 Częstochowa	1.4 Adres budynku	
		ul. Żabia 1 42-202 Częstochowa ŚLĄSKIE	
2. Nazwa, adres firmy wykonującej audyt:			
TIM ARCHITEKCI S.C. ul. Armii Krajowej 1/3 lok. 324 42-202 Częstochowa			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Krzysztof Stachura ul. Struga 13/17 42-208 Częstochowa studia podyplomowe		 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Częstochowa		Data wykonania opracowania	październik 2021
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego 2. Karta audytu energetycznego budynku 3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji 9. Załącznik nr 1. – obliczenia zapotrzebowania na ciepło.			

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	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6533,84	6533,84
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	2064,08	2064,08
2.1.5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00	0,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,41	0,41
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	1,12	0,20
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,61	0,14
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	2,33	2,33
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,45; 3,80; 2,60	1,45; 0,90; 0,90
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,50; 2,00	1,30; 2,00
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	1,36	0,15
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,960	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,880	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,960	0,960
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,700	0,700
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna

2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	4385,06	4385,06
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,67	0,67
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	173,61	88,22
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	21,62	21,62
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	853,68	279,80
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1020,72	334,55
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	109,42	109,42
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	---	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	114,89	37,65
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	137,37	45,02
2.6.10* *	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	57,75	57,75
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW·m-c)]	15659,14	15659,14
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m³]	111,69	111,69
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m²·m-c)]	3,70	1,45
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]		838498,81	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
			60,72

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

3.2. Normy techniczne

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

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD PRO 7.6

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	9150,00 m ³
Kubatura ogrzewania	-	6533,84 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	2064,08 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,41 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	913,44 m ²

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Usytuowanie
budynku w
stosunku do
stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	1,12	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	---	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² ·K)
Okna	1,45; 3,80; 2,60	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	3,50; 2,00	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	2,33	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	1,36	W/(m ² ·K)
Stropy nad przejazdem	0,61	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	57,75 zł/GJ	57,75 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	15659,14 zł/(MW·m-c)	15659,14 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	168,00 zł/GJ	168,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
węzeł cieplny 100%		
Wytwarzanie	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100kW Ciepło z ciepłowni węglowej	$h_{H,g} = 0,990$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	$h_{H,d} = 0,960$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K	$h_{H,e} = 0,880$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$h_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	$w_t = 1,000$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	$w_d = 1,000$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $h_{H,tot} = h_{H,g} h_{H,d} h_{H,e} h_{H,s} =$		0,836
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: wymiana instalacji w całości	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		0,1500 MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
bojlery 100%		
Wytwarzanie ciepła	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	$h_{W,g} = 0,960$
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody do 30	$h_{W,d} = 0,700$
Regulacja i wykorzystanie	---	$h_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$h_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $h_{W,tot} = h_{W,g} h_{W,d} h_{W,s} h_{W,e} =$		0,571

Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)	0,0000 MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka kanały grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	4385,06
Krotność wymian powietrza	0,67

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	Przegroda o niskiej izolacyjności termicznej. Zaleca się ocieplenie metodą lekką mokrą.
Podłoga na gruncie	Przegroda w dobrym stanie technicznym. Nie przewiduje się modernizacji na obecnym etapie.
Strop wewnętrzny	Przegroda o niskiej izolacyjności termicznej. Zaleca się ocieplenie wełną mineralną.
Strop nad podcieniem	Przegroda o niskiej izolacyjności termicznej. Zaleca się ocieplenie metodą lekką mokrą.
Okno zewnętrzne OZ 2	Stolarka nieszczelna. Zaleca się wymianę.
Okno zewnętrzne OZ 1	Stolarka szczelna. Brak wskazań do modernizacji.
Okno zewnętrzne OZ L	Zaleca się wymianę luksferów na okna, oraz zamurowanie części otworu.
Drzwi zewnętrzne DZ 2	Stolarka o niskiej szczelności. Zaleca się wymianę.
Drzwi zewnętrzne DZ 1	Stolarka szczelna. Brak wskazań do modernizacji.
System grzewczy	Instalacja w dość dobrym stanie technicznym. Nie przewiduje się modernizacji na obecnym etapie.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Instalacja w dość dobrym stanie technicznym. Nie przewiduje się modernizacji na obecnym etapie.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna granulowana, $\lambda = 0,041$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	800,03m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	800,03m ²	
Stopniodni: 7485,84 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °C	$t_{zo} = -15,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	25	26
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,356	0,146	0,141
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,74	6,83	7,08
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	6,10	6,34
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	701,73	75,71	73,10
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0380	0,0041	0,0040
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	42517,90	42695,05
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	180,00	185,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	177126,64	182046,83
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	4,17	4,26

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 177126,64 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 4,17 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 25 cm

Informacje uzupełniające:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 [W/(m \cdot K)]$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	1505,36m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	1582,36m²	
Stopniodni: 3444,64 dzień·K/rok	$t_{wo} = 17,89$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			Wariant 1	Wariant 1.1
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,118	0,198	0,187
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,89	5,06	5,34
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	4,17	4,44
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	501,08	88,53	83,92
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0638	0,0113	0,0107
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	33694,67	34070,89
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	290,00	295,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	564427,81	574159,33
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,75	16,85

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 564427,81 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,75 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop nad podcieniem		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	$9,85 \text{ m}^2$	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	$9,85 \text{ m}^2$	
Stopniodni: 3444,64 dzień·K/rok	$t_{wo} = \mathbf{18,00} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = \mathbf{-20,00} \text{ }^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	57,75	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	19	20	21
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,606	0,144	0,139	0,134
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,65	6,93	7,21	7,48
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	5,28	5,56	5,83
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,78	0,42	0,41	0,39
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów D O	zł/rok	---	110,62	111,95	113,19
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	360,00	363,00	370,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	4361,58	4397,93	4482,74
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	39,43	39,28	39,60

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 4397,93 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 39,28 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 20 cm

Informacje uzupełniające:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

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

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji	
Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 465,22 m ³ /h	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 23,90 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 22,14 m ²	
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 23,90 m ²	
Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00	
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)	
Stopniodni: 3321,47 dzień·K/rok qi = 18,17 °C qe = -20,00 °C	

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,800	0,900	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	95,18	46,03	44,76
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0116	0,0068	0,0066
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	3743,33	3848,46
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1400,00	1800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	41155,80	52914,60
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	10,99	13,75

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 41155,80 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 10,99 lat
Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)
Modernizacja systemu wentylacji
U= 0,90
Informacje uzupełniające:
cena na podstawie wstępnej kalkulacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **364,40** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **14,34**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **14,34**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **14,34**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3555,96** dzień·K/rok qi = **19,22** °C qe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70	0,70
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,600	0,900	0,700
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	55,83	29,85	28,97
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0080	0,0054	0,0053
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	1999,43	2071,42
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1400,00	1800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	24684,87	31737,69
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	12,35	15,32

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24684,87 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,35 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji**Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **35,47** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **9,44**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **9,44**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **9,44**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3284,80** dzień·K/rok qi = **18,00** °C qe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	57,75	57,75	57,75
Opłata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	15659,14	15659,14	15659,14
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c _r		1,20	1,00	1,00
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	3,017	1,300	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	35,10	25,99	25,46
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0017	0,0009	0,0009
Roczna oszczędność kosztów DO	zł/rok	---	671,73	716,16
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	2300,00	2700,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	26705,76	31350,24
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	39,76	43,78

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1**Charakterystyka wariantu optymalnego:**

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 26705,76 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 39,76 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

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

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	2064,08
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	12,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,96
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,70
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	109,42
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	21,62

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	57,75
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	15659,14
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	853,68
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1736
Sprawność systemu grzewczego		0,836
Roczna oszczędność kosztów DO	[zł/a]	---
Koszt modernizacji	[zł]	---
SPBT	[lat]	---

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 Strop wewnętrzny	177126,64 zł	4,17
2.	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80 zł	10,99
3.	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	24684,87 zł	12,35
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	564427,81 zł	16,75
5.	Modernizacja przegrody Strop nad podcieniem	4397,93 zł	39,28
6.	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	26705,76 zł	39,76

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
2	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80
3	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	24684,87
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	564427,81
5	Modernizacja przegrody Strop nad podcieniem	4397,93
6	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	26705,76
Całkowity koszt		838498,81

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
2	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80
3	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	24684,87
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	564427,81
5	Modernizacja przegrody Strop nad podcieniem	4397,93
Całkowity koszt		811793,05

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
2	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80

3	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	24684,87
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	564427,81
Całkowity koszt		807395,12

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
2	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80
3	Modernizacja przegrody OZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	24684,87
Całkowity koszt		242967,31

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
2	Modernizacja przegrody OZ L 'Wentylacja grawitacyjna'	41155,80
Całkowity koszt		218282,44

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny	177126,64
Całkowity koszt		177126,64

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1736	853,68	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	31,63	0,41
1	0,0882	279,80	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	18,37	0,41
2	0,0891	285,44	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	18,37	0,41
3	0,0893	286,52	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	18,40	0,41
4	0,1419	639,19	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	26,44	0,41
5	0,1439	651,32	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	26,44	0,41
6	0,1465	669,14	18,72	2064,08	6533,84	8089,00	6533,84	26,44	0,41

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $q_{0,1cwu}$	$h_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	DO	%DO
-	GJ MW	GJ MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	853,68 0,1736	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	1130,14	109951,0 1	---	---
1	279,80 0,0882	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	443,97	54279,41	55671,60	50,63
2	285,44 0,0891	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	450,71	54839,45	55111,56	50,12
3	286,52 0,0893	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	452,01	54947,04	55003,97	50,03
4	639,19 0,1419	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	873,68	89180,02	20770,99	18,89
5	651,32 0,1439	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	888,18	90390,22	19560,79	17,79
6	669,14 0,1465	109,42 0,0216	0,84	1,00	1,00	909,50	92116,55	17834,46	16,22

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu ^{*)}	Premia termomodernizacyjna
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]
1.	838498,81	55671,60	60,72	419249,41	134159,81
2.	811793,05	55111,56	60,12	405896,53	129886,89
3.	807395,12	55003,97	60,00	403697,56	129183,22
4.	242967,31	20770,99	22,69	121483,66	38874,77
5.	218282,44	19560,79	21,41	109141,22	34925,19
6.	177126,64	17834,46	19,52	88563,32	28340,26

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	838498,81 zł
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	134159,81 zł

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

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop wewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 25 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna granulowana

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

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

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

P3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop nad podcieniem**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 20 cm

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

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

O1

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

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

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

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

O2

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

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

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

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

O3

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

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

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

Uwagi:

cena na podstawie wstępnej kalkulacji

RAPORT OBLICZEŃ CIEPLNYCH POMIESZCZEŃ I BUDYNKU przed modernizacją

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Kody Element Materiał		Opis	<i>d</i>	λ	<i>R</i>	<i>U_c</i>	
			m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
1	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna						
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,04	-
	1	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-	
	2	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,520	0,770	0,675	-	
	1	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)				0,13	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,56	-	0,89	1,12	
2	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna						
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,00	-
	3	Wylewka cementowa	0,060	1,000	0,060	-	
	4	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-	
	5	Podkład z betonu chudego	0,150	1,050	0,143	-	
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)				0,17	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,22	-	0,43	2,33	
3	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna						
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,10	-
	6	Ocieplenie istniejące	0,050	0,140	0,357	-	
	7	Strop ceglany	0,120	0,770	0,156	-	
	1	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-	
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)				0,10	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,19	-	0,74	1,36	

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U_c
			m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)
4	Strop nad podcieniem, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	-
	3	Wylewka cementowa	0,060	1,000	0,060	-
	8	Polepa	0,120	0,100	1,200	-
	7	Strop ceglany	0,120	0,770	0,156	-
	1	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i U_k		0,32	-	1,65	0,61
5	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,6
6	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,45
7	Luksfery, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3,8
8	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	3,5
9	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2

Obliczenia straty ciepła

Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia

Kod	Element budowlany	Ilość	A _{obl}	U	A _{obl} *U
		szt.	m ²	W/(m ² *K)	W/K
1	Ściana zewnętrzna	2,00	70,09	1,12	78,39
6	Okno zewnętrzne	24,00	3,05	1,45	4,43
1	Ściana zewnętrzna	1,00	65,00	1,12	72,70
7	Luksfery	4,00	0,75	3,80	2,85
1	Ściana zewnętrzna	1,00	44,70	1,12	49,99
6	Okno zewnętrzne	1,00	2,90	1,45	4,21
1	Ściana zewnętrzna	1,00	73,14	1,12	81,80
1	Ściana zewnętrzna	1,00	67,03	1,12	74,97
1	Ściana zewnętrzna	1,00	20,40	1,12	22,82
1	Ściana zewnętrzna	1,00	84,72	1,12	94,75
6	Okno zewnętrzne	16,00	2,16	1,45	3,13
1	Ściana zewnętrzna	1,00	88,12	1,12	98,56
1	Ściana zewnętrzna	1,00	187,00	1,12	209,15
1	Ściana zewnętrzna	1,00	214,62	1,12	240,04
6	Okno zewnętrzne	4,00	2,32	1,45	3,36
7	Luksfery	2,00	6,38	3,80	24,24
7	Luksfery	1,00	8,14	3,80	30,93
1	Ściana zewnętrzna	1,00	109,94	1,12	122,96
6	Okno zewnętrzne	20,00	1,56	1,45	2,26
5	Okno zewnętrzne	1,00	1,56	2,60	4,06
1	Ściana zewnętrzna	1,00	51,13	1,12	57,19
5	Okno zewnętrzne	5,00	2,41	2,60	6,25
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	4,84	3,50	16,95
1	Ściana zewnętrzna	1,00	43,38	1,12	48,51
6	Okno zewnętrzne	10,00	0,42	1,45	0,61
1	Ściana zewnętrzna	1,00	70,65	1,12	79,02
5	Okno zewnętrzne	1,00	0,75	2,60	1,95
1	Ściana zewnętrzna	1,00	88,81	1,12	99,33
6	Okno zewnętrzne	5,00	4,72	1,45	6,84
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	1,80	3,50	6,30
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	2,80	3,50	9,80
9	Drzwi zewnętrzne	1,00	4,48	2,00	8,96
6	Okno zewnętrzne	6,00	0,72	1,45	1,04
4	Strop nad podcieniem	1,00	9,85	0,61	5,97
1	Ściana zewnętrzna	1,00	79,05	1,12	88,42

1	Ściana zewnętrzna	1,00	77,50	1,12	86,68		
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U		W/K		2125,48	
Kod	Mostek cieplny	Ilość	Y _k	I _k	Y _k *I _k		
		szt.	W/(m·K)	m	W/K		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	24,00	0,10	1,65	0,17		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	2,90	0,29		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	22,00	0,10	1,20	0,12		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	4,00	0,10	1,45	0,15		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	20,00	0,10	1,18	0,12		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	5,00	0,50		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	5,00	0,10	6,30	0,63		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	9,06	0,91		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	10,00	0,10	0,65	0,07		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	4,00	0,40		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	5,00	0,10	1,85	0,19		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	5,80	0,58		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	7,60	0,76		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	8,80	0,88		
Suma mostków cieplnych		S Y _k *I _k		W/K		18,58	
Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia		H _{D,i} = S A _{obl} *U+S Y _k *I _k				W/K	2144,06 3
Strata ciepła przez strefy nieogrzewane							
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	b	A _{obl} *U*b		
		m ²	W/(m ² ·K)	-	W/K		
3	Strop wewnętrzny	800,03	1,36	0,70	759,48		
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U*b		W/K		759,48	
Kod	Mostek cieplny	Y _k	I _k	b	Y _k *b		
		W/(m·K)	m	-	W/K		
Suma mostków cieplnych		S Y _k *I _k *b		W/K		0,00	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy nieogrzewane		H _{U,i} = S A _{obl} *U*b+S Y _k *I _k *b				W/K	759,477

Straty ciepła przez grunt							
Obliczenie <i>B'</i>		A_g	P	B'=2*A_g/P			
		m ²	m	m			
		1458,00	298,00	9,79			
Kod	Element budowlany	U_k	U_{equiv}	A_k	A_k*U_{equiv}		
		W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	-	W/K		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	79,00	29,24		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	38,00	14,06		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	122,00	45,15		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	32,00	11,84		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	185,00	68,47		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	132,00	48,85		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	23,00	8,51		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	21,00	7,77		
Współczynniki poprawkowe		f_{g1}	f_{g2}	G_w	f_{g1}*f_{g1}*G_w		
		-	-	-	-		
		1,45	0,27	1,00	0,40		
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt		H_{g,i}=(S A_k*U_{equiv})*f_{g1}*f_{g2}*G_w				W/K	93,023
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie		H_{tr,i}=H_{D,i}+H_{g,i}+H_{U,i}				W/K	2996,56 4

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie							
Lp.	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _T	H _%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² ·K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	1505,36	1,12	1683,65	56,19
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	183,28	1,45	277,17	9,25
1	Podłoga na gruncie	PG 0	Podłoga na gruncie	632,00	2,33	93,02	3,10
1	Okno zewnętrzne	OZ L	Luksfery	23,90	3,80	90,82	3,03
1	Strop wewnętrzny	STW 1	Strop wewnętrzny	800,03	1,36	759,48	25,34
1	Okno zewnętrzne	OZ 2	Okno zewnętrzne	14,34	2,60	41,32	1,38
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 2	Drzwi zewnętrzne	9,44	3,50	35,30	1,18

1	Drzwi zewnętrzne	DZ 1	Drzwi zewnętrzne	4,48	2,00	9,84	0,33
1	Strop nad przejazdem	SP 1	Strop nad podcieniem	9,85	0,61	5,97	0,20
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie					H _T	2996,56	W/K

Zestawienie strumieni powietrza wentylacyjnego

Zestawienie obliczeniowych strumieni powietrza dla

Wentylacja grawitacyjna

Tryb pracy	Nr pom.	Nazwa	V	n _{min}	V _{min}	V _{inf}	V _c
-	-	-	m ³	1/h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
Standard	0.7	0.7 Szatnia okryć zewnętrznych	237,0	2,0	474,0	47,4	521,4
Standard	0.8	0.8 Pomieszczenie gospodarcze	114,0	0,2	22,8	22,8	45,6
Standard	0.4	0.4 WC	84,0	4,0	336,0	16,8	352,8
Standard	0.8	0.8 Pomieszczenie gospodarcze	66,0	0,5	33,0	13,2	46,2
Standard	0.9	0.9 Sala	707,6	0,7	495,3	141,5	636,8
Standard	0.2	0.2 Pokój biurowy	96,0	1,0	96,0	19,2	115,2
Standard	0.3	0.3 Sala lekcyjna	1194,0	0,7	835,8	238,8	1074,6
Standard	0.3	0.3 Sala lekcyjna	1098,0	0,7	768,6	219,6	988,2
Standard	0.2	0.2 Pokój biurowy	54,0	1,0	54,0	10,8	64,8
Standard	0.1	0.1 Komunikacja	933,0	0,2	186,6	186,6	373,2
Standard	0.3	0.3 Sala lekcyjna	555,0	0,7	388,5	111,0	499,5
Standard	0.1	0.1 Komunikacja	396,0	0,1	39,6	79,2	118,8
Standard	1	1 Pokoje	198,0	0,5	99,0	39,6	138,6
Standard	0.4	0.4 WC	66,2	4,0	265,0	13,2	278,2
Standard	0.1	0.1 Komunikacja	603,0	0,2	120,6	120,6	241,2
Standard	0.4	0.4 WC	69,0	4,0	276,0	13,8	289,8
Standard	0.5	0.5 Magazyn bez stałej obsługi	63,0	0,2	12,6	12,6	25,2

Zestawienie obliczeń dla wentylacji mieszanej

Lp.	Tryb pracy	Typ wentylacji	V _c	V _{ex}	V _{sup}	b	h _{oc}	H _{ve}	Q _{ve}
-	-	-	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	-	-	W/K	kWh/rok
1	Standard	gravitacyjna	5810,1	-	-	-	-	1936,7	114094,6

Obliczenia zysków ciepła od słońca

Obliczenia zysków ciepła od słońca dla

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
0	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		E		56,1 5	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	20,7 6	31,2 4	58,7 4	92,9 5	122, 94	-	-	-	74,1 6	44,6 9	24,2 9	19,0 8	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	571, 24	859, 65	1616 ,09	2557 ,47	3382 ,59	-	-	-	2040 ,51	1229 ,56	668, 42	525, 01	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
1	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		W		44,4 8	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	20,1 2	30,1 0	53,2 2	88,8 7	117, 84	-	-	-	67,5 7	48,7 9	25,3 4	19,4 3	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	438, 59	656, 02	1159 ,87	1937 ,06	2568 ,36	-	-	-	1472 ,70	1063 ,47	552, 26	423, 44	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
2	OZ L-Luksfery					OZ L		E		3,00	1,00	0,60	0,80
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	20,7 6	31,2 4	58,7 4	92,9 5	122, 94	-	-	-	74,1 6	44,6 9	24,2 9	19,0 8	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	29,9 0	44,9 9	84,5 8	133, 85	177, 03	-	-	-	106, 79	64,3 5	34,9 8	27,4 8	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
3	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		S		45,4 6	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	33,9 8	51,1 7	74,7 8	100, 35	117, 75	-	-	-	86,5 6	68,2 7	41,9 1	33,6 8	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	757, 06	1139 ,98	1665 ,85	2235 ,43	2623 ,11	-	-	-	1928 ,18	1520 ,83	933, 54	750, 38	kWh/m-c

Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
4	OZ 1-Okno zewnętrzne					OZ 1		N		37,1 9	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,2 8	25,7 3	46,9 5	70,1 1	96,7 6	-	-	-	55,2 3	39,0 7	21,7 2	17,9 3	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	333, 17	468, 83	855, 52	1277 ,61	1763 ,06	-	-	-	1006 ,41	711, 87	395, 80	326, 63	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
5	OZ L-Luksfery					OZ L		N		20,9 0	1,00	0,60	0,80
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	18,2 8	25,7 3	46,9 5	70,1 1	96,7 6	-	-	-	55,2 3	39,0 7	21,7 2	17,9 3	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	183, 43	258, 11	471, 00	703, 38	970, 65	-	-	-	554, 08	391, 92	217, 91	179, 82	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
6	OZ 2-Okno zewnętrzne					OZ 2		S		13,5 9	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	33,9 8	51,1 7	74,7 8	100, 35	117, 75	-	-	-	86,5 6	68,2 7	41,9 1	33,6 8	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	226, 22	340, 64	497, 78	667, 97	783, 82	-	-	-	576, 17	454, 44	278, 95	224, 22	kWh/m-c
Kod	Element					Symbol		Kierunek		A	Z	g	C
-	-					-		-		m ²	-	-	-
7	OZ 2-Okno zewnętrzne					OZ 2		E		0,75	1,00	0,70	0,70
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
I _{sol}	20,7 6	31,2 4	58,7 4	92,9 5	122, 94	-	-	-	74,1 6	44,6 9	24,2 9	19,0 8	kWh/(m ² ·m-c)
Q _{sol}	7,63	11,4 8	21,5 9	34,1 6	45,1 8	-	-	-	27,2 5	16,4 2	8,93	7,01	kWh/m-c

Całkowite obciążenie cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi $F_{int} =$												12,00	W/m ²
Powierzchnia strefy o regulowanej temperaturze $A_r =$												2064,08	m ²
miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	-
Q_{int}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kWh/m-c

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła

Obliczenia zbiorcze dla strefy

Obliczenia pojemności cieplnej dla O

I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	1505,36	46786
		Mur z cegły ceramicznej pełnej	880	1800	0,080	1505,36	190759
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _{ij})=							237545
Podłoga na gruncie	PG 0	Od strony wewnętrznej					
		Podkład z betonu chudego	1000	1900	0,100	632,00	120080
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _{ij})=							120080
Strop nad podcieniem	SP 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	9,85	306
		Strop ceglany	880	1800	0,080	9,85	1248
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _{ij})=							1554
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Strop wewnętrzny	STW 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	800,03	24865
		Strop ceglany	880	1800	0,080	800,03	101380
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _i S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _{ij})=							126245

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy

Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	359179586	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	126244734	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	485424320	J/K

Obliczenia zbiorcze												
Temperatura wewnętrzna strefy									q _i	18,72	°C	
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze									A _f	2064,1	m ²	
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi									q _{int}	12,0	W/m ²	
Pojemność cieplna budynku									C _m	340573200	J/K	
Stała czasowa budynku									t	19,2	h	
Udział granicznych potrzeb ciepła									g _{H,lim}	1,4	-	
-									a _H	2,3	-	
Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji Q _{H,nd,n} kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna q _e , °C	-3,7	-0,8	4,4	8,0	14,9	15,7	18,0	17,1	13,2	8,8	3,4	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t _m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie Q _{H,tr} =10 ⁻³ ·H _{tr} ·(q _i -q _e)·t _m kWh/m-c	4796 3	3748 1	2990 4	2117 3	6495	4560	-416	1590	9953	2009 5	3109 7	4283 5
Miesięczna strata ciepła przez wentylację Q _{ve} =10 ⁻³ ·H _{ve} ·(q _i -q _e)·t _m kWh/m-c	2153 6,90	1693 6,50	1375 5,95	9965, 57	3669, 53	0,00	0,00	0,00	5131, 52	9529, 26	1424 1,83	1932 7,50
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację Q _{H,ht} =Q _{H,tr} +Q _{ve} kWh/m-c	6950 0	5441 8	4366 0	3113 8	1016 5	4560	-416	1590	1508 5	2962 4	4533 9	6216 3
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q _{sol} , kWh/m-c	2547	3780	6372	9547	1231 4	1165 1	1252 5	1032 2	7712	5453	3091	2464
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła Q _{int} =q _{int} ·10 ⁻³ ·A _f ·t _m kWh/m-c	1842 8	1664 5	1842 8	1783 4	1842 8	1783 4	1842 8	1842 8	1783 4	1842 8	1783 4	1842 8
Miesięczne zyski ciepła Q _{H,gn} =Q _{sol} +Q _{int} kWh/m-c	2097 5	2042 4	2480 0	2738 1	3074 2	2948 4	3095 4	2875 1	2554 6	2388 1	2092 4	2089 2
g _H =Q _{H,gn} /Q _{H,ht}	0,27	0,33	0,50	0,79	2,87	3,93	-45,1 8	10,98	1,56	0,72	0,41	0,30
g _{H,1}	0,28	0,30	0,42	0,64	1,83	0,00	0,00	0,00	1,14	0,57	0,35	0,28
g _{H,2}	0,30	0,42	0,64	1,83	3,40	0,00	0,00	0,00	6,27	1,14	0,57	0,35
f _{H,m}	1,00	1,00	1,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	1,00	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, h _{H,gn}	0,96	0,94	0,88	0,77	0,33	0,25	-0,02	0,09	0,53	0,80	0,92	0,96
Miesięczne zapotrzebowanie na energię Q _{H,nd,n} =Q _{H,ht} - h _{H,gn} ·Q _{H,gn} kWh/m-c	5874 7,66	4241 2,25	2731 6,38	1111 1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	993,4 5	1401 6,15	3197 2,72	5056 4,77
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu Q _{v,e} =10 ⁻³ ·H _{ve} ·(q _i -q _e)·t _m kWh/m-c	3099 9	2422 5	1932 7	1368 4	4198	2947	-269	1028	6433	1298 7	2009 8	2768 5
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu Q _{ht} =Q _{tr} + Q _{v,e} kWh/m-c	7896 2	6170 6	4923 2	3485 7	1069 3	7506	-685	2618	1638 6	3308 2	5119 6	7052 0
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji Q _{H,nd} =S(Q _{H,nd,n}), kWh/rok											237134,7	

RAPORT OBLICZEŃ CIEPLNYCH POMIESZCZEŃ I BUDYNKU po modernizacji

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych

Kody Element Materiał	Opis	<i>d</i>	λ	<i>R</i>	<i>U_c</i>	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
1	Ściana zewnętrzna, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA	0,150	0,036	4,167	-
	2	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-
	3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,520	0,770	0,675	-
	2	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,71	-	5,06	0,20
2	Podłoga na gruncie, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,00	-
	4	Wylewka cementowa	0,060	1,000	0,060	-
	5	Papa asfaltowa izolacyjna gr. 4 mm	0,010	0,180	0,056	-
	6	Podkład z betonu chudego	0,150	1,050	0,143	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
	Grubość całkowita i <i>U_k</i>		0,22	-	0,43	2,33

Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c
			m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)
3	Strop wewnętrzny, przegroda jednorodna					
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	7	Wełna granulowana	0,250	0,041	6,098	-
	8	Ocieplenie istniejące	0,050	0,140	0,357	-
	9	Strop ceglany	0,120	0,770	0,156	-
	2	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w górę)			0,10	-
	Grubość całkowita i U _k		0,44	-	6,83	0,15
4	Strop nad podcieniem, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	-
	1	Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA	0,200	0,036	5,556	-
	4	Wylewka cementowa	0,060	1,000	0,060	-
	10	Polepa	0,120	0,100	1,200	-
	9	Strop ceglany	0,120	0,770	0,156	-
	2	Tynk cem.-wapienny	0,020	0,820	0,024	-
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,17	-
Grubość całkowita i U _k		0,52	-	7,21	0,14	
5	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U _k		-	-	-	0,9
6	Okno zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U _k		-	-	-	1,45
7	Luksfery, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U _k		-	-	-	0,9
Kody Element Materiał		Opis	d	λ	R	U _c
			m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)
8	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U _k		-	-	-	1,3
9	Drzwi zewnętrzne, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U _k		-	-	-	2

Obliczenia straty ciepła

Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia

Kod	Element budowlany	Ilość	A _{obl}	U	A _{obl} *U
		szt.	m ²	W/(m ² *K)	W/K
1	Ściana zewnętrzna	2,00	70,09	0,20	13,85
6	Okno zewnętrzne	24,00	3,05	1,45	4,43
1	Ściana zewnętrzna	1,00	65,22	0,20	12,89
7	Luksfery	4,00	0,69	0,90	0,63
1	Ściana zewnętrzna	1,00	44,70	0,20	8,83
6	Okno zewnętrzne	1,00	2,90	1,45	4,21
1	Ściana zewnętrzna	1,00	73,14	0,20	14,45
1	Ściana zewnętrzna	1,00	67,03	0,20	13,25
1	Ściana zewnętrzna	1,00	20,40	0,20	4,03
1	Ściana zewnętrzna	1,00	84,72	0,20	16,74
6	Okno zewnętrzne	16,00	2,16	1,45	3,13
1	Ściana zewnętrzna	1,00	88,12	0,20	17,41
1	Ściana zewnętrzna	1,00	187,00	0,20	36,95
1	Ściana zewnętrzna	1,00	216,16	0,20	42,71
6	Okno zewnętrzne	4,00	2,32	1,45	3,36
7	Luksfery	2,00	5,91	0,90	5,32
7	Luksfery	1,00	7,54	0,90	6,79
1	Ściana zewnętrzna	1,00	109,94	0,20	21,72
6	Okno zewnętrzne	20,00	1,56	1,45	2,26
5	Okno zewnętrzne	1,00	1,56	0,90	1,40
1	Ściana zewnętrzna	1,00	51,13	0,20	10,10
5	Okno zewnętrzne	5,00	2,41	0,90	2,16
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	4,84	1,30	6,30
1	Ściana zewnętrzna	1,00	43,38	0,20	8,57
6	Okno zewnętrzne	10,00	0,42	1,45	0,61
1	Ściana zewnętrzna	1,00	70,65	0,20	13,96
5	Okno zewnętrzne	1,00	0,75	0,90	0,68
1	Ściana zewnętrzna	1,00	88,81	0,20	17,55
6	Okno zewnętrzne	5,00	4,72	1,45	6,84
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	1,80	1,30	2,34
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	2,80	1,30	3,64
8	Drzwi zewnętrzne	1,00	4,48	1,30	5,82
6	Okno zewnętrzne	6,00	0,72	1,45	1,04
4	Strop nad podcieniem	1,00	9,85	0,14	1,37
1	Ściana zewnętrzna	1,00	79,05	0,20	15,62

1	Ściana zewnętrzna	1,00	77,50	0,20	15,31		
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U		W/K		615,86	
Kod	Mostek cieplny	Ilość	Y _k	I _k	Y _k *I _k		
		szt.	W/(m·K)	m	W/K		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	24,00	0,10	1,65	0,17		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	2,90	0,29		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	22,00	0,10	1,20	0,12		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	4,00	0,10	1,45	0,15		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	20,00	0,10	1,18	0,12		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	5,00	0,50		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	5,00	0,10	6,30	0,63		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	9,06	0,91		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	10,00	0,10	0,65	0,07		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	4,00	0,40		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	5,00	0,10	1,85	0,19		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	5,80	0,58		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	7,60	0,76		
W10	Nadproże, podokiennik, ościeżnica w środku/ściana lekka	1,00	0,10	8,80	0,88		
Suma mostków cieplnych		S Y _k *I _k		W/K		18,58	
Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia		H _{D,i} = S A _{obl} *U+S Y _k *I _k				W/K	634,443
Strata ciepła przez strefy nieogrzewane							
Kod	Element budowlany	A _{obl}	U	b	A _{obl} *U*b		
		m ²	W/(m ² ·K)	-	W/K		
3	Strop wewnętrzny	800,03	0,15	0,70	81,94		
Suma elementów budynku		S A _{obl} *U*b		W/K		81,94	
Kod	Mostek cieplny	Y _k	I _k	b	Y _k *b		
		W/(m·K)	m	-	W/K		
Suma mostków cieplnych		S Y _k *I _k *b		W/K		0,00	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez strefy nieogrzewane		H _{U,i} = S A _{obl} *U*b+S Y _k *I _k *b				W/K	81,935

Straty ciepła przez grunt							
Obliczenie <i>B'</i>		A_g	P	B'=2*A_g/P			
		m ²	m	m			
		1458,00	298,00	9,79			
Kod	Element budowlany	U_k	U_{equiv}	A_k	A_k*U_{equiv}		
		W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	-	W/K		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	79,00	29,24		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	38,00	14,06		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	122,00	45,15		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	32,00	11,84		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	185,00	68,47		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	132,00	48,85		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	23,00	8,51		
2	Podłoga na gruncie	2,33	0,37	21,00	7,77		
Współczynniki poprawkowe		f_{g1}	f_{g2}	G_w	f_{g1}*f_{g1}*G_w		
		-	-	-	-		
		1,45	0,27	1,00	0,40		
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt		H_{g,i}=(S A_k*U_{equiv})*f_{g1}*f_{g2}*G_w				W/K	93,023
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie		H_{tr,i}=H_{D,i}+H_{g,i}+H_{U,i}				W/K	809,401

Zestawienie uproszczonych współ. strat ciepła

Zestawienie obliczeniowych współczynników strat ciepła przez przenikanie							
Lp.	Typ przegrody	Symbol	Nazwa	A	U	H _T	H%
-	-	-	-	m ²	W/(m ² *K)	W/K	%
1	Ściana zewnętrzna	SZ 1	Ściana zewnętrzna	1507,12	0,20	297,80	36,79
1	Okno zewnętrzne	OZ 1	Okno zewnętrzne	183,28	1,45	277,17	34,24
1	Podłoga na gruncie	PG 0	Podłoga na gruncie	632,00	2,33	93,02	11,49
1	Okno zewnętrzne	OZ L	Luksfery	22,14	0,90	19,93	2,46
1	Strop wewnętrzny	STW 1	Strop wewnętrzny	800,03	0,15	81,94	10,12
1	Okno zewnętrzne	OZ 2	Okno zewnętrzne	14,34	0,90	16,95	2,09
1	Drzwi zewnętrzne	DZ 2	Drzwi zewnętrzne	13,92	1,30	21,23	2,62
1	Strop nad przejazdem	SP 1	Strop nad podcieniem	9,85	0,14	1,37	0,17
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie					H _T	809,40	W/K

Obliczenia zbiorcze

I. Przegrody zewnętrzne							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Ściana zewnętrzna	SZ 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	1507,12	46841
		Mur z cegły ceramicznej pełnej	880	1800	0,080	1507,12	190982
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _j S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=						237823	
Podłoga na gruncie	PG 0	Od strony wewnętrznej					
		Podkład z betonu chudego	1000	1900	0,100	632,00	120080
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _j S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=						120080	
Strop nad podcieniem	SP 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	9,85	306
		Strop ceglany	880	1800	0,080	9,85	1248
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _j S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=						1554	
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami							
Nazwa przegrody	Symbol	Nazwa warstwy	C _p	ρ	d	A _{obl}	C _m
			J/(kg*K)	kg/m ³	m	m ²	kJ/K
Strop wewnętrzny	STW 1	Od strony wewnętrznej					
		Tynk cem.-wapienny	840	1850	0,020	800,0	24865
		Strop ceglany	880	1800	0,080	800,0	101380
Całkowita pojemność cieplna przegrody C _m =S _j S _i (c _{pij} *ρ _{ij} *d _{ij} *A _j)=						126245	

Zestawienie całkowitej pojemności cieplnej strefy		
Nazwa przegrody	Wartość	Jednostka
I. Przegrody zewnętrzne	359457314	J/K
II. Przegrody wewnętrzne sąsiadujące z innymi strefami	126244734	J/K
Całkowita pojemność cieplna strefy $C_m =$	485702048	J/K

Obliczenia zbiorcze			
Temperatura wewnętrzna strefy	q_i	18,72	°C
Pole powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	2064,1	m ²
Obciążenia cieplne pomieszczeń zyskami wewnętrznymi	q_{int}	12,0	W/m ²
Pojemność cieplna budynku	C_m	340573200	J/K
Stała czasowa budynku	t	34,7	h
Udział granicznych potrzeb ciepła	$g_{H,lim}$	1,3	-
-	a_H	3,3	-

Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd,n}$ kWh/m-c												
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura zewnętrzna q_e , °C	-3,7	-0,8	4,4	8,0	14,9	15,7	18,0	17,1	13,2	8,8	3,4	-1,4
Liczba godzin w miesiącu t_m , h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie $Q_{H,tr}=10^{-3} \cdot H_{tr} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	1295 5	1012 4	8077	5719	1754	1232	-112	430	2689	5428	8400	1157 0
Miesięczna strata ciepła przez wentylację $Q_{ve}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	2129 8,48	1674 9,01	1360 3,67	9855 ,24	3628 ,91	0,00	0,00	0,00	5074 ,71	9423 ,77	1408 4,17	1911 3,53
Miesięczna strata ciepła przez przenikanie i wentylację $Q_{H,ht}=Q_{H,tr}+Q_{ve}$ kWh/m-c	3425 4	2687 3	2168 1	1557 4	5383	1232	-112	430	7763	1485 2	2248 4	3068 4
Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia Q_{sol} , kWh/m-c	2532	3757	6331	9485	1222 9	1156 7	1243 9	1025 3	7663	5419	3072	2449
Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int}=q_{int} \cdot 10^{-3} \cdot A_f \cdot t_m$ kWh/m-c	1842 8	1664 5	1842 8	1783 4	1842 8	1783 4	1842 8	1842 8	1783 4	1842 8	1783 4	1842 8
Miesięczne zyski ciepła $Q_{H,gn}=Q_{sol}+Q_{int}$ kWh/m-c	2096 0	2040 2	2475 9	2731 9	3065 7	2940 1	3086 7	2868 1	2549 7	2384 7	2090 6	2087 7
$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	0,48	0,60	0,91	1,42	5,19	7,09	-81,5 7	19,8 3	2,82	1,31	0,74	0,54
$g_{H,1}$	0,51	0,54	0,75	1,16	3,31	0,00	0,00	0,00	2,06	1,02	0,64	0,51
$g_{H,2}$	0,54	0,75	1,16	3,31	6,14	0,00	0,00	0,00	11,3 3	2,06	1,02	0,64
$f_{H,m}$	1,00	1,00	1,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	1,00	1,00
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła, $h_{H,gn}$	0,95	0,92	0,80	0,62	0,19	0,14	-0,01	0,05	0,35	0,66	0,87	0,94
Miesięczne zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht} - h_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}$ kWh/m-c	2365 3,39	1535 6,72	7313 ,14	615, 63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1277 ,45	1011 9,65	1938 6,77
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w miesiącu $Q_{v,e}=10^{-3} \cdot H_{ve} \cdot (q_i - q_e) \cdot t_m$ kWh/m-c	3065 6	2395 7	1911 4	1353 3	4151	2914	-266	1016	6362	1284 4	1987 6	2737 8
Całkowita ilość ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej w miesiącu $Q_{ht}=Q_{tr} + Q_{v,e}$ kWh/m-c	4361 1	3408 1	2719 1	1925 1	5906	4146	-378	1446	9050	1827 1	2827 6	3894 8
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}=S(Q_{H,nd,n})$, kWh/rok											77722,8	