

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku:			
1.1. Rodzaj budynku:	użyteczności publicznej	1.2. Rok zakończenia budowy:	1993, 1996, 2008
1.3. Inwestor:	Instytut Oceanologii PAN ul. Powstańców Warszawy 55 81-712 Sopot tel.: (58) 551 72 81; (58) 73 11 600 faks: (58) 551 21 30 email: office@iopan.gda.pl http:// www.iopan.gda.pl	1.4. Adres budynku:	
		ul. Powstańców Warszawy 55 81-712 Sopot pow. Gdańsk woj. pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
„NEXUM” CONSULTING FINANSOWO - ENERGETYCZNY UL. REFORMACKA 23A/1 80-808 GDAŃSK REGON: 220356867			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Tomasz Mania ul. Skarżyńskiego 6D/15 80-463 Gdańsk			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1	Tomasz Porębski	opracowanie kompleksowe	
5. Miejscowość:		Gdańsk	data wykonania opracowania: 28.02.2011 r.
6. Spis treści:			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			str. 1
2. Karta audytu energetycznego budynku			str. 2
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych wykorzystanych przy opracowaniu audytu			str. 3
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			str. 4
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			str. 17
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			str. 18
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			str. 19
8. Opis techniczny i charakterystyka finansowa optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji. Uwagi końcowe			str. 35
9. Sprawdzenie spełnienia wymagań izolacyjności cieplnej przegród po termomodernizacji			str. 37
10. Efekt ekologiczny			str. 38
<u>Załączniki:</u>			
1. Obliczenia liczby stopniodni			
2. Obliczenia średnich ważonych temperatur powietrza wewnętrznego			
3. Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegród dla stanu istniejącego			
4. Obliczenie strumieni powietrza wentylacyjnego			
5. Obliczenia współczynników strat ciepła dla stanu istniejącego			
6. Obliczenia miesięcznych zysków ciepła dla stanu istniejącego			
7. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla stanu istniejącego			
8. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania c.w.u. dla stanu istniejącego			
9. Obliczenia współczynników strat ciepła dla Wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
10. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla Wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1. Konstrukcja/technologia	Cz. z 1993 r. i 2008 r.: ścianowa/tradycyjna Cz. z 1996 r.: szkieletowa/monolityczna		
2. Liczba kondygnacji	1 - 5		
3. Kubatura części ogrzewanej [m ³]	22 289,4		
4. Powierzchnia netto budynku [m ²]	4 965,6		
5. Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,0		
6. Pow. użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 965,6		
7. Liczba lokali mieszkalnych	0		
8. Liczba osób użytkujących budynek	183		
9. Sposób przygotowania ciepłej wody	Cz. z 1993 r. - miejscowy, jednostopniowy w jednoczerpalnych podgrzewaczach elektrycznych przepływowych, cz. z 1996 r. i z 2008 r. - centralne pojemnościowe w kotłowni gazowej		
10. Rodzaj systemu ogrzewczego budynku	System centralny, wodny, niskotemperaturowy zasilany z kotłowni gazowej		
11. Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,35		
12. Inne dane charakteryzujące budynek	-		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1. Ściany zewnętrzne		0,20 - 0,61	0,18 - 0,44
2. Stropodachy, stropy poddasza, dachy		0,22 - 0,7	0,21 - 0,41
3. Stropy piwnicy		-	-
4. Okna		1,4 - 3	0,85 - 1,8
5. Drzwi / bramy		1,8 - 3,0	1,8 - 2,5
6. Inne			
3. Sprawności składowe systemu ogrzewczego			
1. Sprawność wytwarzania		0,94	1,26
2. Sprawność przesyłania		0,91	1,00
3. Sprawność regulacji i wykorzystania		0,97	0,97
4. Sprawność akumulacji		1,00	0,97
5. Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia		1,00	0,93
6. Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby		1,00	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		Naturalna grawitacyjna, mechaniczna wywiewna, mechaniczna wywiewno-nawiewna i mechaniczna wywiewno-nawiewna z odzyskiem ciepła	Naturalna grawitacyjna, mechaniczna wywiewna, mechaniczna wywiewno-nawiewna i mechaniczna wywiewno-nawiewna z odzyskiem ciepła
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		Nawiew: okna; wywiew: kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach	Nawiew: okna; wywiew: kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach
3. Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]		36 810	36 810
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego i wentylacji [kW]		566,5	517,8
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]		6,2	6,2
3. Obliczeniowa moc cieplna na chłodzenie [kW]		65,0	65,0
4. Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji budynku bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]		1 969,2	1 418,6
5. Roczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]		2 376,7	1 062,1
6. Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]		142,3	142,3
7. Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do chłodzenia [GJ/rok]		158,2	158,2
8. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie i wentylację przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		-	
9. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]		110,16	79,36
10. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]		29,62	13,24
11. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]		132,95	59,42
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) z VAT			
1. Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł]		44,35	44,35
2. Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]		5 736,87	5 736,87
3. Opłata za 1 GJ na przygotowanie c.w.u. (uśredniona dla budynku) [zł]		73,24	73,24
4. Opłata za 1 MW mocy zamówionej przygotowanie c.w.u. na miesiąc (uśredniona dla budynku) [zł]		9 289,42	9 289,42
5. Opłata za stałą na miesiąc [zł]		193,19	193,19
6. Opłata abonamentowa na miesiąc [zł]		148,83	148,83
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota dotacji [zł]	2 027 143,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	49,0
Planowane nakłady całkowite [zł]	2 027 143,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	88 816,66		

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych wykorzystanych przy opracowaniu audytu

Audyt wykonano zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz. U. Nr 43 poz. 346) stanowiącego akt wykonawczy do *Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów* (Dz. U. Nr 223 poz. 1459 z późniejszymi zmianami).

3.a. Dokumentacja projektowa:

- rysunki z "P.T. budynku Zakładu Fizyki i Dynamiki Morza dla Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie", Biuro Projektów Budownictwa Morskiego PROJMORS, Gdańsk, marzec 1989 r.
- "Projekt techniczny przebudowy budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie. Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55", Pracownia Autorska arch. Andrzej Jagodziński arch. Bogdan Krzyżanowski arch. Jerzy Szczepański, Gdańsk, czerwiec 1994 r.
- "Zakład Chemii i Biologii Morza Instytutu Oceanologii PAN. Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. (...) PT OGRZEWANIA", Pracownia Projektowa Armiński, Drygas, Wolejko, Gdańsk, czerwiec 1994 r.
- "Zakład Chemii i Biologii Morza Instytutu Oceanologii PAN. Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. (...) PT WENTYLACJI MECHANICZNEJ", Pracownia Projektowa Armiński, Drygas, Wolejko, Gdańsk, czerwiec 1994 r.
- "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Architektura", Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska, Gdańsk, kwiecień 2005 r.
- "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Branża sanitarna, instalacja c.o. i zasilania nagrzewnic", Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska, Gdańsk, kwiecień 2005 r.
- "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Branża sanitarna, wentylacja mechaniczna i klimatyzacja", Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska, Gdańsk, kwiecień 2005 r.
- "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Opracowanie wielobranżowe: architektura, instalacje sanitarne i instalacje elektryczne. MODERNIZACJA ISTNIEJĄCEJ KOTŁOWNI", Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska, Gdańsk, wrzesień 2005 r.

3.b. Inne dokumenty:

- dane przekazane inwestora, w tym zużycie gazu w okresie III.2008 r. - XII.2010 r.
- aktualna taryfa z zakresie dostarczania paliw gazowych nr 3/2010 Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa (PGNiG) SA obowiązująca od 1.06.2010 r. ze zmianą obowiązującą od 1.10.2010 r.
- aktualna taryfa dla energii elektrycznej ENERGA-OPERATOR SA obowiązująca od 1.01.2011 r. i ENERGA-OBRÓT SA obowiązująca od 1.01.2010 r.

3.c. Osoby udzielające informacji:

- -

3.d. Data wizji lokalnej:

16.02.2011 r.

3.e. Wytyczne i uwagi inwestora:

- inwestycja w całości do sfinansowania ze środków NFOŚiGW zgromadzonych na Rachunku Klimatycznym w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW pt.: "System Zielonych Inwestycji (GIS - Green Investment Scheme) Część 5) Zarządzanie energią w budynkach wybranych podmiotów sektora finansów publicznych"

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.a. Ogólne dane

Właściciel/inwestor	Instytut Oceanologii PAN
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej
Przeznaczenie budynku	naukowo-badawczy
Czas użytkowania budynku	dni robocze+sobota godz.: 8 ⁰⁰ - 20 ⁰⁰ (okazjonalnie do 22 ⁰⁰)
Adres	ul. Powstańców Warszawy 55, 81-712 Sopot
Typ budynku	wolnostojący

	Części budynku			Budynek
Rok budowy	1988-1993	1994-1996	2005-2008	
Rok oddania do użytkowania	1993	1996	2008	
Konstrukcja/technologia budynku	ścianowa/tradycyjna	szkieletowa/monolityczna	ścianowa/tradycyjna	
Powierzchnia zabudowy* [m ²]	727,0	318,0	1 067,2	2 112,2
Kubatura budynku* [m ³]	9 165	4 010,1	9 114,3	22 289,4
Powierzchnia netto* [m ²]	2 312,4	897,5	1 755,7	4 965,6
Powierzchnia części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0	0,0	0,0
Powierzchnia lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych* [m ²]	2 312,4	897,5	1 755,7	4 965,6
Powierzchnia ogrzewanej części budynku, A _f ** [m ²]	2 312,4	897,5	1 755,7	4 965,6
Powierzchnia przegród oddzielających część ogrzewaną budynku od powietrza zewn., gruntu i przyległych pomieszczeń nieogrzewanych, A** [m ²]	2 927,2	1 521,5	3 385,3	7 833,97
Kubatura części ogrzewanej, V _e * [m ³]	9 165,0	4 010,1	9 114,3	22 289,4
Współczynnik kształtu A/V _e [1/m]	0,32	0,38	0,37	0,35
Liczba kondygnacji	3/4/5	3/4	1/2	
Liczba klatek schodowych	1	1	1	3
Wys. kondygnacji w świetle [m]				
parter	3,03	3,34/3,42	3,4-3,8	
I p.	3,03	3,34/3,22	2,8-3,6	
II p.	3,03	3,34-2,04	-	
III p.	3,00	2,40-4,2	-	
IV p.	2,5-4,1	-	-	
Liczba użytkowników***				183
Liczba lokali mieszkalnych	0	0	0	0

*parametr budynku określony na podstawie istniejącej dokumentacji (w przypadku cz. z 2008 r. powierzchnia netto określona na podstawie zestawienia pomieszczeń podanego na rysunkach z odliczeniem pomieszczeń w cz. z 1996 r.) z wyjątkiem powierzchni zabudowy i kubatury cz. z 1993 r. - powierzchnia zabudowy została określona przez audytora na podstawie istniejącej dokumentacji, a kubatura przez projektanta termomodernizacji budynku

**parametr budynku określony na podstawie istniejącej dokumentacji wyłącznie na potrzeby audytu energetycznego

***stan na grudzień 2010 r. na podstawie www.iopan.gda.pl

Normatywne warunki użytkowania i dane klimatyczne

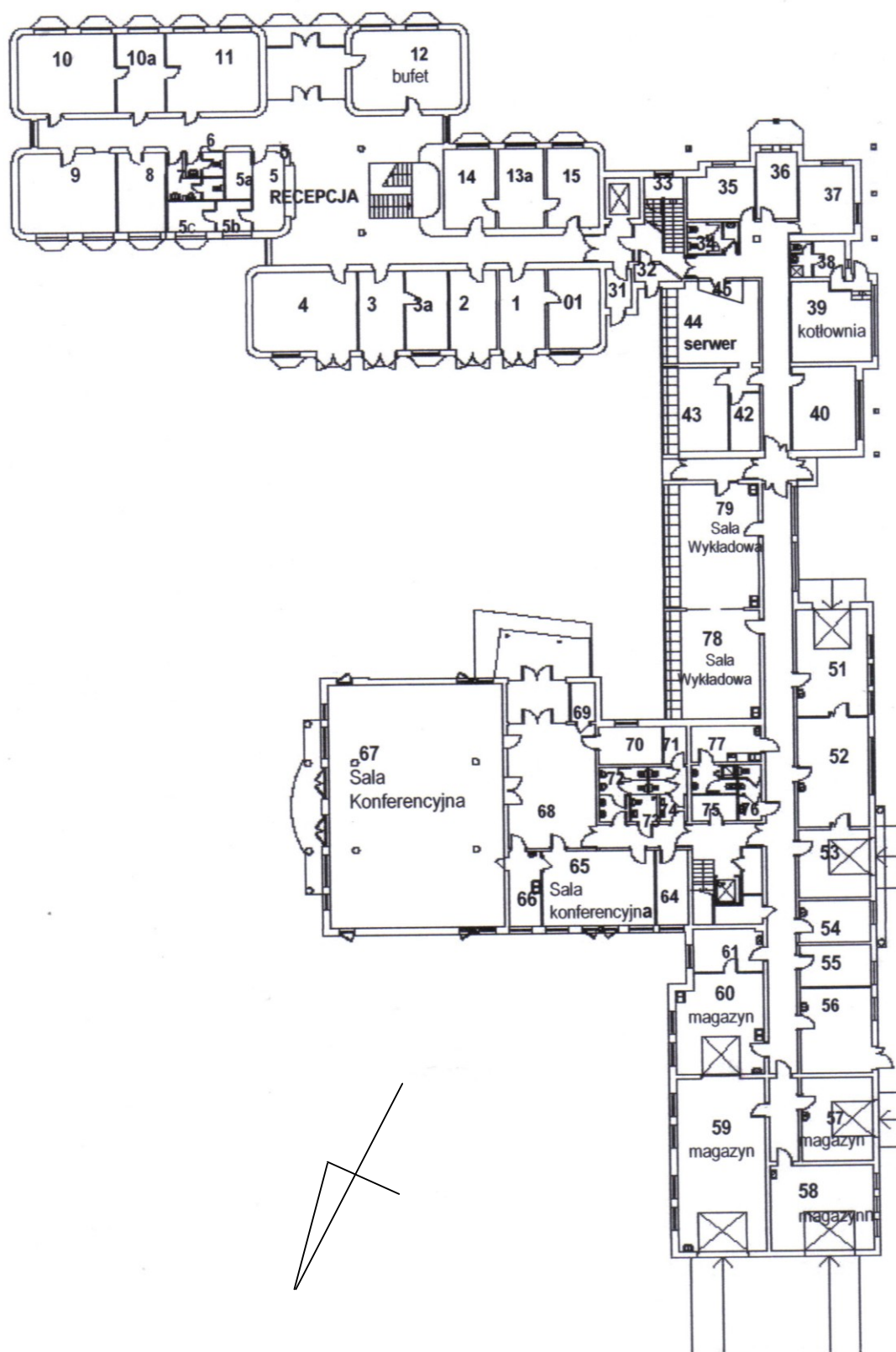
Średnie ważone temperatury powietrza wewnętrznego:			
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.	t _{wo} śr	°C	19,2
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.	t _{wo} śr	°C	18,9
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.	t _{wo} śr	°C	19,2
Najbliższa stacja meteorologiczna		Gdańsk-Port	
Liczba stopniodni dla najbliższej stacji meteorologicznej dla t _{wo} = 20°C*	Sd	dzień K/rok	3 597,3
Strefa klimatyczna wg PN-B-02403:1982			I
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej wg PN-B-02403:1982	t _{zo}	°C	-16,0

* Obliczenia stopniodni przedstawiono w Załączniku nr 1.

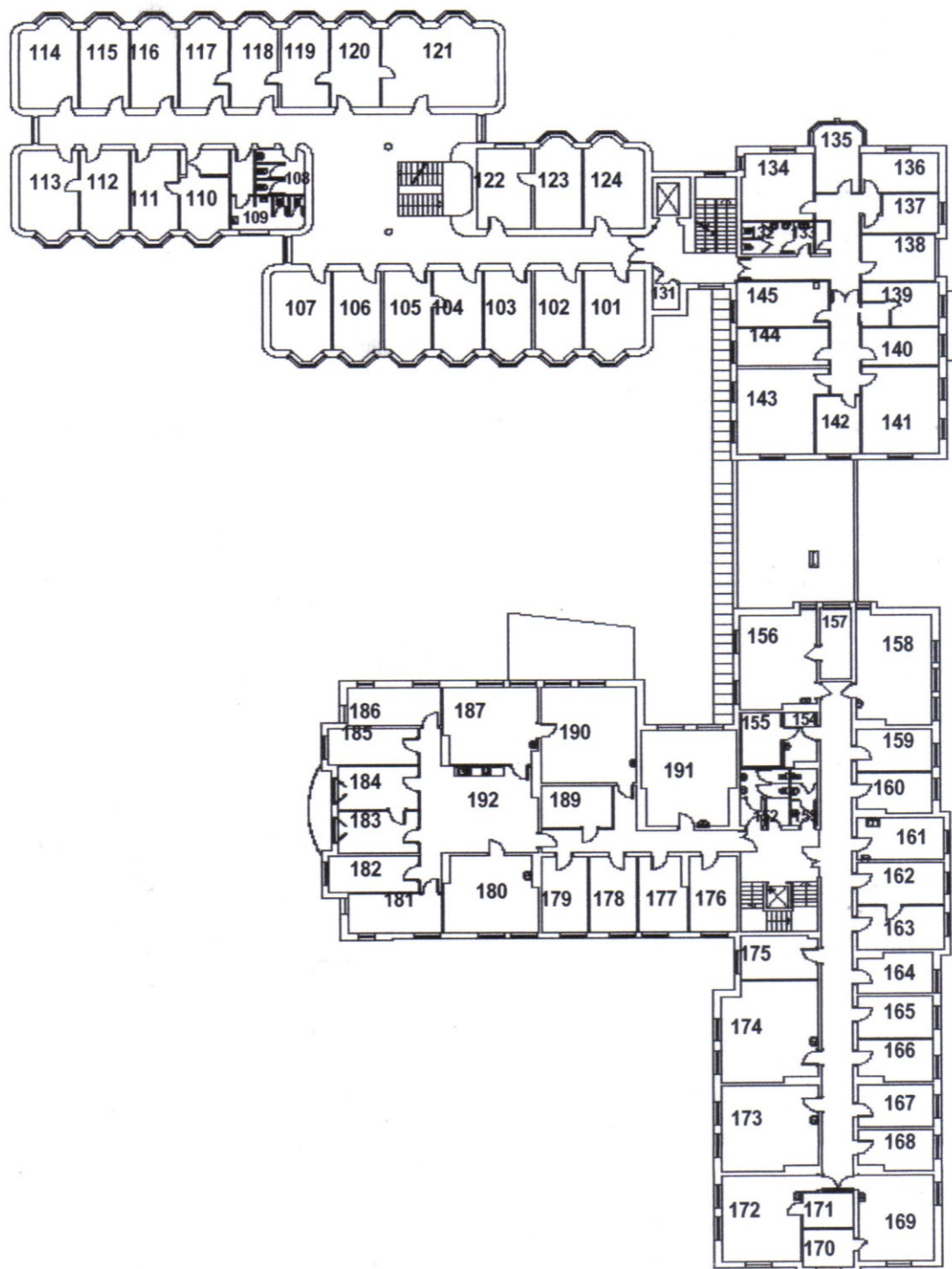
** Obliczenia średnich ważonych temperatur powietrza wewnętrznego przedstawiono w Załączniku nr 2.

4.b. Uproszczona dokumentacja techniczna

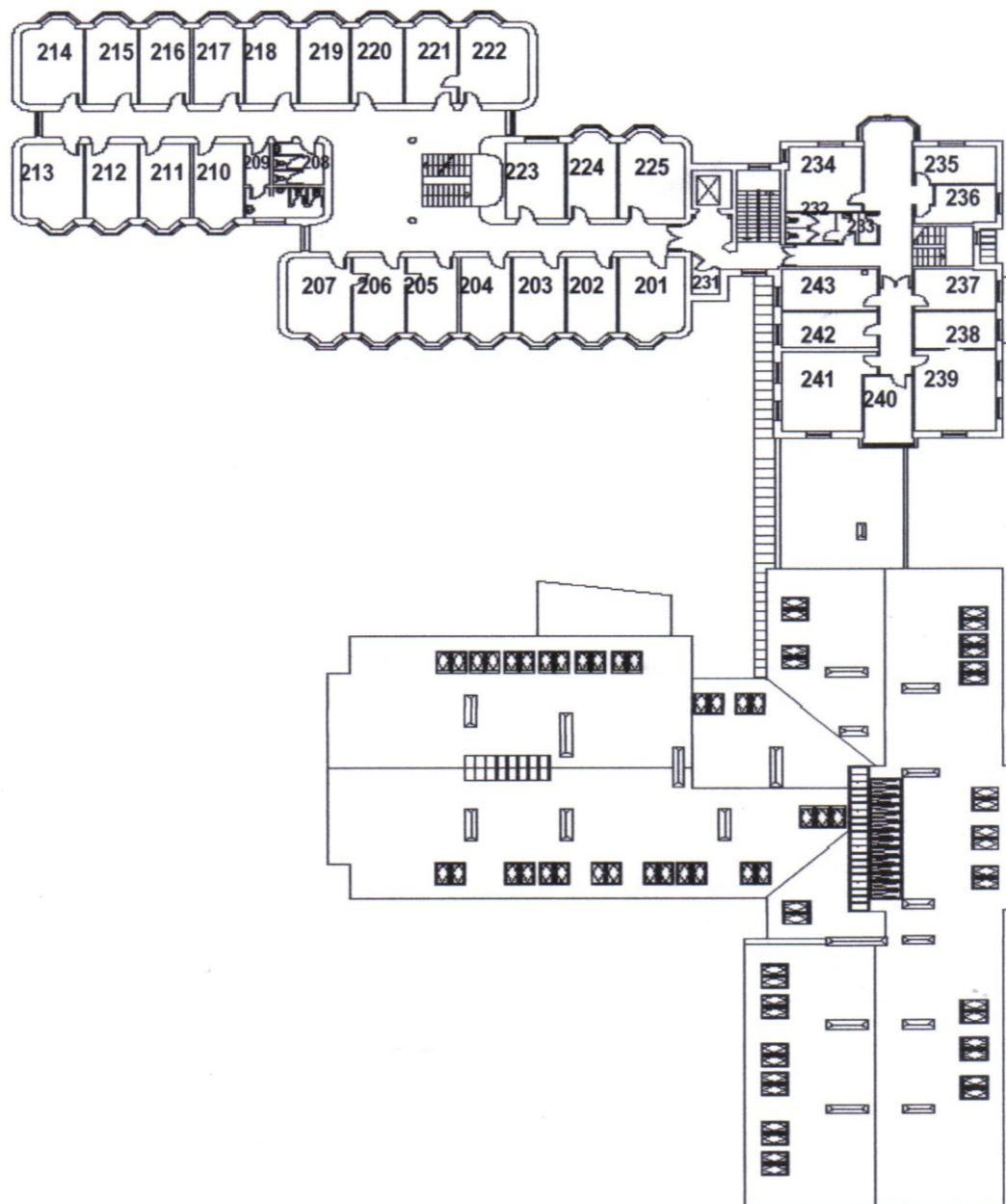
Rzut parteru budynku



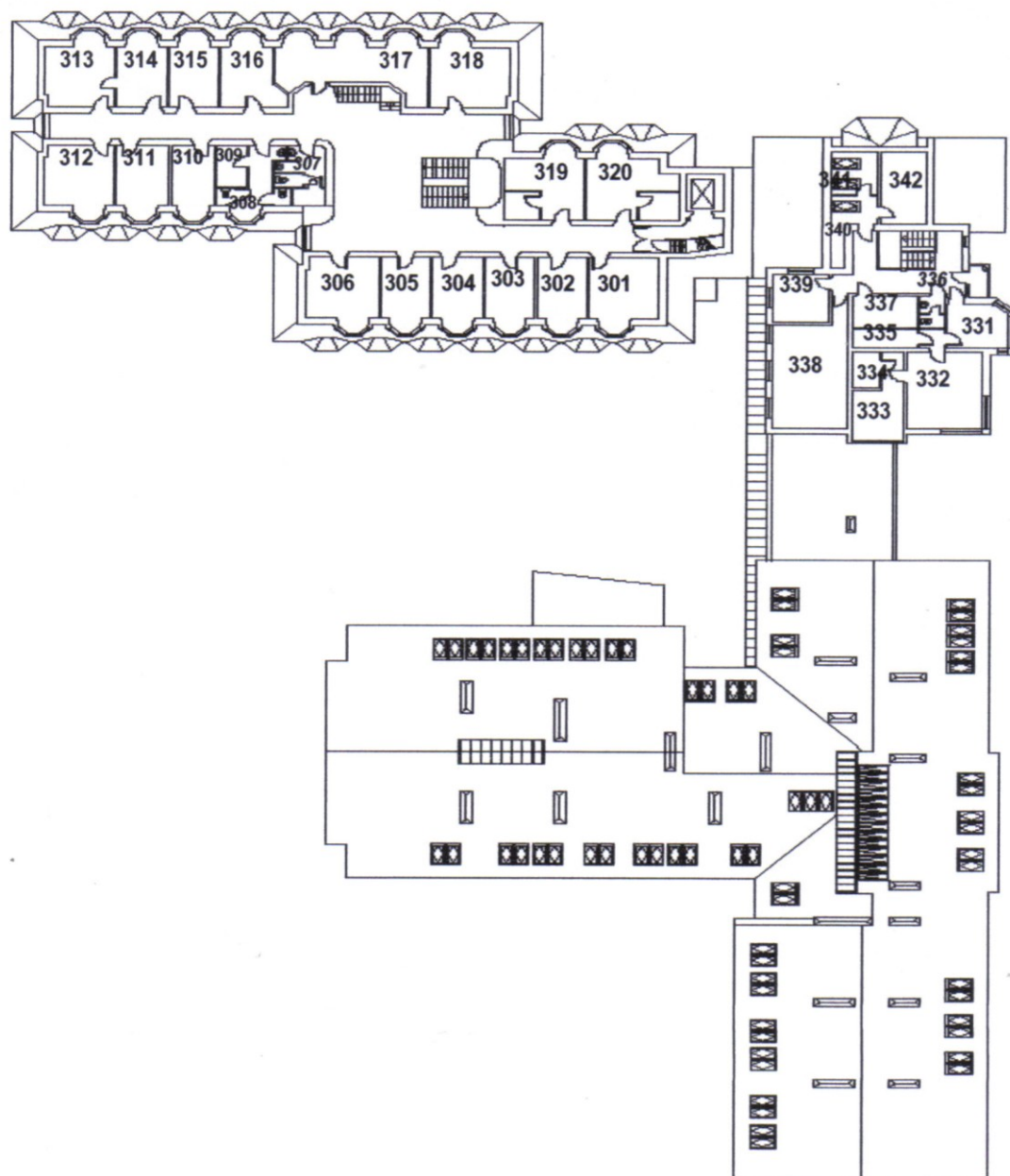
Rzut I piętra budynku



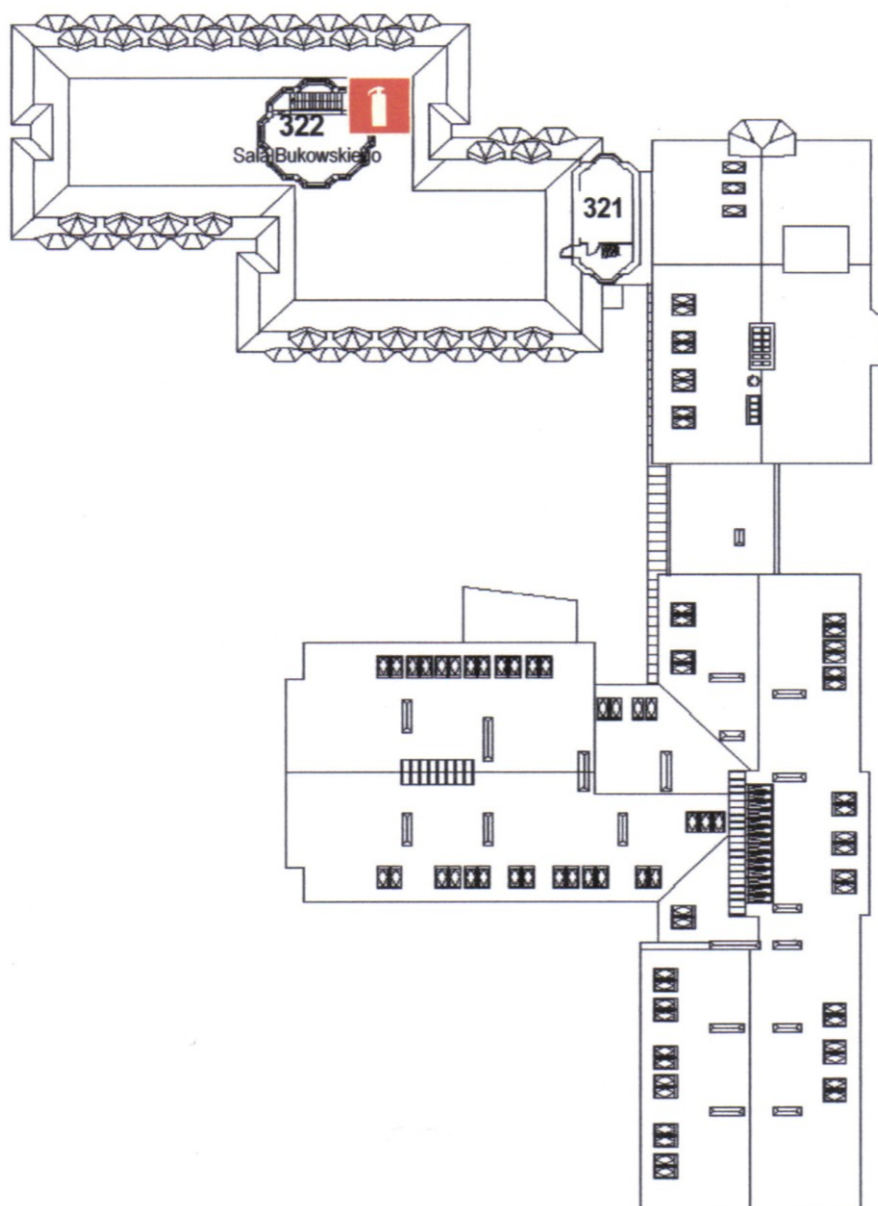
Rzut II piętra budynku



Rzut III piętra budynku



Rzut IV piętra budynku



Zdjęcia budynku
(źródło: Instytut Oceanologii PAN)



Zdjęcia lotnicze



Budynek główny

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o rozczłonkowanej bryle, niepodpiwniczony, składający się z 3 części: czterokondygnacyjnej części z 1993 r. z dwoma wieżyczkami na V kondygnacji; trzykondygnacyjnej części z 1996 r. z częściowo użytkowym poddaszem (powstałej na miejscu rozebranego budynku z 1900 r.) i dwukondygnacyjnej części z 2008 r. (powstałej na miejscu rozebranego baraku) połączonej parterowym łącznikiem z częścią z 1996 r.

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Ściany zewnętrzne podstawowe cz. z 1993 r. są trójwarstwowe. Ściany podstawowe - od zewnątrz: mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm, izolacja wewnętrzna ze styropianu o grub. 5 cm, mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 38 cm obustronnie otynkowane, od wewn. tynk cem.-wap., od zewnątrz tynk cyklina (z wyjątkiem ścian przy wejściu, które wykończone są płytkami ceramicznymi). Ściany wykuszy, lukarn i wieżyczki od strony zach. - od zewnątrz: mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm, izolacja wewnętrzna ze styropianu o grub. 5 cm, mur z bloczków z betonu komórkowego o grub. 24 cm obustronnie otynkowane, od wewn. tynk cem.-wap., od zewnątrz tynk cyklina. Ściany wieżyczki wielokątnej - od zewnątrz: mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm, izolacja wewnętrzna ze styropianu o grub. 5 cm, mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm obustronnie otynkowane, od wewn. tynk cem.-wap.

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. podstawowych cz. z 1993 r. $U = 0,51 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. wykuszy, lukarn i wieżyczki od strony zach. cz. z 1993 r. $U = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. wieżyczki wielokątnej $U = 0,61 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Stropy cz. z 1993 r. - z prefabrykowanych płyt kanałowych o wys. 24 cm; posadzki wykonane z różnych materiałów.

IV kondygnacja części budynku z 1993 r. kryta jest w środkowej części płaskim, wentylowanym, dwudzielnym stropodachem z odwodnieniem do wewnątrz budynku, a na obrzeżach dachem mansardowym wielospadowym. Wieżyczki kryte są dachami wielospadowymi.

Stropodach cz. z 1993 r. składa się ze stropu wykonanego z płyt żelbetowych wylewanych na mokro o grub. 15 cm, ocieplonych od góry styropianem o grub. 5 cm na warstwie wyrównawczej o grub. 1 cm wykończonego od wewnątrz tynkiem cem.-wap. oraz dachu wykonanego z prefabrykowanych płyt korytkowych o wys. 10 cm układanych ze spadkiem na murkach ażurowych z cegły pełnej; pokrycie dachu - papa na warstwie wyrównawczej z betonu o grub. 2 cm. Połacie dachowe nad IV kond. wykonane są z płyt żelbetowych wylewanych na mokro o grub. 15 cm, ocieplonych od góry styropianem o grub. 5 cm zabezpieczonym od góry papą i wykończonych od wewnątrz tynkiem cem.-wap.; pokrycie dachu - dachówka ceramiczna na łąkach drewnianych na krokwiach drewnianych.

Dachy wieżyczek mają konstrukcję stalową z dwuteowników o wys. 18 cm; ocieplenie ze styropianu o grub. 10 cm pomiędzy listwami drewnianymi o wys. 15 cm mocowanymi o góry do dwuteowników; pokrycie dachu - blacha miedziana na papie asfaltowej i deskowaniu o grub. 2,2 cm; wykończenie wewn. z desek drewnianych na stelażu drewnianym mocowanym do dwuteowników.

Współczynnik przenikania ciepła stropodachu cz. z 1993 r. $U = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła stropów poddaszy cz. z 1993 r. $U = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła połaci dach. IV kond. cz. z 1993 r. $U = 0,69 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła połaci dach. IV kond. cz. z 1993 r. z pustką dachową $U = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła dachów wieżyczek cz. z 1993 r. $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Okna - drewniane jednoramowe oszklone szybami zespolonymi dwukomorowymi.

Współczynnik przenikania ciepła okien cz. z 1993 r. $U = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Drzwi wejściowe główne do budynku - metalowe ("zimne ramy"), przeszklone. Ze względu na brak danych, współczynnik przenikania ciepła U drzwi głównych przyjęto. Drzwi wejściowe boczne i bramy - pełne, drewniane, klepkowe.

Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych (przyjęty) $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła drzwi zewn. bocznych $U = 2,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła bram $U = 2,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie cz. budynku z 1993 r. $H_{tr} =$

1 973,33 W/K

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Ściany zewnętrzne osłonowe cz. z 1996 r. są warstwowe. Ściany parteru są trójwarstwowe: mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm, izolacja wewnętrzna ze styropianu o grub. 10 cm, mur z cegły ceramicznej pełnej o grub. 12 cm, obustronnie otynkowane, od wewn. tynk cem.-wap. Ściany I - III p. są dwuwarstwowe: mur z pustaków ceramicznych MAX o grub. 19 cm, izolacja zewnętrzna ze styropianu o grub. 10 cm, obustronnie otynkowane, od zewn. tynk cienkowarstwowy, od wewn. tynk cem.-wap. Ściany wykuszy o konstrukcji drewnianej ocieplone wełną mineralną o grub. 10 cm.

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. parteru cz. z 1996 r. $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. I - III p. cz. z 1996 r. $U = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. wykuszy cz. z 1996 r. $U = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Stropy cz. z 1996 r. - z płyt żelbetowych o wys. 17 cm; posadzki wykonane z różnych materiałów.

Ta część budynku kryta jest dwuspadowym dachem (w niewielkiej części jednospadowym) o spadku 30% z użytkowym i nieużytkowym poddaszem, pokrycie dachu wykonane jest z blachy stalowej ocynkowanej na deskowaniu i krokwiach drewnianych. Połacie dachowe wykonane są z płyt żelbetowych o grub. 8, 12 albo 14 cm, nad pomieszczeniami ogrzewanymi ocieplone są wełną mineralną o grub. 15 cm. Strop poddasza nieogrzewanego ocieplony jest również wełną mineralną o grub. 15 cm. Stropy poddasza pod daszkami wykuszy ocieplone są wełną mineralną o grub. 10 cm.

Współczynnik przenikania ciepła stropu poddasza cz. z 1996 r. $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła połaci dachowych cz. z 1996 r. $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła stropów wykuszy cz. z 1996 r. $U = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Okna w przegrodach pionowych - podwójne zespolone drewniane, oszklone potrójnie szybami pojedynczymi i szybami zespolonymi jednokomorowymi. Okna połaciowe - firmy VELUX, drewniane, jednoramowe, oszklone szybami zespolonymi. Światlik przeszklony płytami z poliwęglanu komorowego - ze względu na brak szczegółowych danych o poliwęglanie współczynnik przenikania ciepła U światlika przyjęto. Okna do kotłowni - metalowe, w zimnych ramach.

Współczynnik przenikania ciepła okien cz. z 1996 r. $U = 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła okien połaciowych cz. z 1996 r. $U = 2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła okna kotłowni $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ciągu okien (przeszklenia) parteru $U = 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła światlika cz. z 1996 r. (przyjęty) $U = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Drzwi wejściowe do budynku (do kotłowni) - pełne, ognioodporne, ze względu na brak szczegółowych danych o budowie drzwi współczynnik przenikania ciepła U drzwi przyjęto.

Współczynnik przenikania ciepła drzwi cz. z 1996 r. (przyjęty) $U = 5,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie cz. budynku z 1996 r. $H_{tr} =$

847,82 W/K

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Ściany zewnętrzne cz. z 2008 r. są dwuwarstwowe: mur z pustaków ceramicznych Porotherm 44 P+W o grub. 44 cm na zaprawie termoizolacyjnej typu Porotherm, izolacja zewnętrzna ze styropianu o grub. 2, 5 albo 8 cm, obustronnie otynkowane, od zewn. tynk cienkowarstwowy, od wewn. tynk cem.-wap. Ściany wykuszy są murowane pustaków ceramicznych Porotherm 25 P+W ocieplone wełną mineralną o grub. 12 cm od zewnątrz i wykończone od zewn. oblicówką drewnianą na ruszcie, a od otynkowane tynkiem cem.-wap.

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. cz. z 2008 r. (styropian 5 cm) $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła ścian zewn. wykusza cz. z 2008 r. $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Stropy cz. z 2008 r. - z płyt żelbetowych o wys. 18 cm; posadzki wykonane z różnych materiałów.

Ta część budynku kryta jest dwuspadowym dachem (z wyjątkiem łącznika, który jest przykryty płaskim pełnym stropodachem) z użytkowym poddaszem, pokrycie dachu wykonane jest z dachówki. Połacie dachowe ocieplone są wełną mineralną o grub. 18 cm.

Współczynnik przenikania ciepła stropodachu łącznika cz. z 2008 r. $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła połaci dach. cz. z 2008 r. $U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Okna w przegrodach pionowych - jednoramowe, drewniane, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi wypełnionymi argonem o współczynniku przenikania ciepła szklenia $1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Okna połaciowe - firmy VELUX, jednoramowe, drewniane, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi.

Współczynnik przenikania ciepła okien $U = 1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła przeszkleń aluminiowych $U = 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła okien połaciowych $U = 1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła świetlików $U = 1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Drzwi wejściowe główne do budynku - aluminiowe, przeszklone. Bramy - segmentowe, pełne.

Współczynnik przenikania ciepła drzwi głównych (przyjęty) $U = 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik przenikania ciepła bram $U = 2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie cz. budynku z 2008 r. $H_{tr} =$

1 379,46 W/K

Uwagi:

Obliczenia współczynników przenikania ciepła U przegród nieprzeźroczystych przedstawiono w Załączniku 3.

Współczynniki przenikania ciepła okien i drzwi w cz. z 1993 i 1996 r. przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. Nr 201 poz. 1240).

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie budynku przedstawiono w Załączniku 5.

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Rodzaj danych	Jedn.	CZEŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.	CZEŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.	CZEŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.	Budynek
Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego*	q_{DCC}	kW	127,1	156,8	566,5
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**	q_{DCW}	kW	2,9	3,3	6,2
Obliczeniowa moc cieplna na chłodzenie*****	q_{DC}	kW		65,0	65,0
Obliczeniowa moc cieplna budynku łącznie	$q_D = q_{DCC} + q_{DCW}$	kW	130	442,7	637,7
Zamówiona moc cieplna dla c.o.		kW			-
Zamówiona moc cieplna dla c.w.u.		kW			-
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu*	Q_{DCC}	GJ/rok	601,1	560,8	1 969,2
Roczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu***	$W_{D0} \cdot Q_{DCC} / \eta_0$	GJ/rok	770,6	719,0	2 376,7
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej**	Q_{DCW}	GJ/rok	38,2	104,1	142,3
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do chłodzenia*****	Q_{DC}	GJ/rok		158,2	158,2
Zapotrzebowanie na ciepło budynku łącznie	$Q_D = W_{D0} \cdot W_{D0} \cdot Q_{DCC} / \eta_0 + Q_{DCW} + Q_{DC}$	GJ/rok			2 677,2
Zmierzone zużycie ciepła		GJ	-	-	-
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)		GJ/rok	-	-	-
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu)	Q_{DCC} / A_t	kWh/(m²rok)	72,21	173,57	110,16
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu)***	$(W_{D0} \cdot W_{D0} \cdot Q_{DCC} / \eta_0) / V_e$	kWh/(m³rok)	23,36	49,80	29,62
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu)***	$(W_{D0} \cdot W_{D0} \cdot Q_{DCC} / \eta_0) / A_t$	kWh/(m²rok)	92,57	222,53	140,35
Oplaty jednostkowe za ciepło (z VAT) na ogrzewanie****:					
opłata stała (za moc umowną + przesył)	O_{mco}	zł/MW/m-c			5 736,87
opłata zmienna (za gaz + przesył)	O_{zco}	zł/GJ			44,35
Oplaty jednostkowe (z VAT) za ciepło na przygotowanie c.w.u.****:					
rodzaj paliwa/energii			energia elektr.	gaz ziemny	
przyjęty udział rodzaju paliwa w pokryciu zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u. w budynku			26,84%	73,16%	100,0%
opłata stała	O_{mcw}	zł/MW/m-c	18 970,60	5736,87	9 289,42
opłata zmienna	O_{zwc}	zł/GJ	151,97	44,35	73,24
Oplaty jednostkowe za ciepło (z VAT) na chłodzenie****:					
opłata stała (za moc umowną + przesył)	O_{mc}	zł/MW/m-c			18 970,60
opłata zmienna (za energię + przesył)	O_{zsc}	zł/GJ			151,97
Oplaty jednostkowe (z VAT) za energię ogólną:					
opłata stała (opłaty za przeglądy kotłowni)	O_m	zł/m-c			193,19
opłata abonamentowa*****	A_b	zł/m-c			148,83
Roczne koszty ciepła	$Q_D = W_{D0} \cdot W_{D0} \cdot Q_{DCC} / \eta_0 + Q_{DCW} + Q_{DC}$	zł/rok			198 462,03

* Obliczenia q_{DCC} , Q_{DCC} dla stanu istniejącego przedstawiono w Załączniku 7

** Obliczenia q_{DCW} , Q_{DCW} dla stanu istniejącego przedstawiono w Załączniku 8

*** Obliczenia sprawności całkowitej systemu ogrzewczego η_0 oraz współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia w_{D0} i w ciągu doby w_{D0} przedstawiono na następnej stronie

**** Obliczone przy wartości opalowej gazu ziemnego wysokometanowego wg "Wartości opalowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2008 do raportowania w ramach Wspólnotowego

Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2011" z www.kashue.pl

35,96 MJ/m³

Nie uwzględniono opłat za korzystanie ze środowiska, gdyż zgodnie z uregulowaniami prawnymi w zakresie opłat za korzystanie ze środowiska Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego opłaty za korzystanie ze środowiska nie wnoszą się w przypadku, gdy wyliczona kwota nie przekracza 400 zł/półroczna. Opłaty za korzystanie ze środowiska dla analizowanego obiektu wyliczone na podstawie stawek opłat wg Obwieszczenia

41,46 zł/półroczne

Taryfa PGNiG SA Pomorska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o. - grupa W-5		VAT 23%	
		bez VAT	z VAT
cena za paliwo gazowe	zł/m³	1,0235	1,2589
stawka opłat abonamentowych	zł/m-c	121,00	148,8300
stawka stała opłat sieciowych	zł/(m³/h) za h	0,0638	0,0785
stawka zmienna opłat sieciowych	zł/m³	0,2730	0,3358
Taryfa ENERGA Oddział w Gdańsku - grupa taryfowa C21		bez VAT	z VAT
cena za energię elektr.	zł/kWh	0,2978	0,3663
stawka opłaty handlowej	zł/m-ce	40,0000	49,2000
stawka opłaty przejściowej	zł/kW/m-c	1,2200	1,5006
stawka jakościowa	zł/kWh	0,0070	0,0086
składnik zmienny stawki sieciowej	zł/kWh	0,1400	0,1722
składnik stały stawki sieciowej	zł/kW/m-c	14,20	17,47
stawka opłaty abonamentowej	zł/m-ce	16,70	20,5410

***** Opłata abonamentowa dotyczy tylko dostarczania gazu, nie uwzględniono opłaty abonamentowej za dostarczanie energii elektr., gdyż w przypadku energii elektr. opłata abonamentowa dotyczy całości energii elektr. zużywanej w budynku, nie mają więc wpływu na koszty ciepła (oznacza to, że koszty opłaty abonamentowej są ponoszone w stałej wysokości bez względu na to, czy energia elektr. jest wykorzystywana do wytwarzania ciepła, czy nie)

***** Na podstawie danych do projektu modernizacji systemu chłodzenia w części budynku z 1996 r.

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewczego

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym				
Typ systemu	System centralny, wodny, niskotemperaturowy zasilany z kotłowni gazowej				
Rodzaj instalacji c.o.	Pompowa, dwururowa				
Parametry pracy instalacji (wg projektu modernizacji kotłowni 2005 r.)	80/60°C				
Wiek instalacji	Równy wiekowi poszczególnych części budynku				
Rodzaje elementów grzejnych	Część z 1993 r. i z 1996 r.: grzejniki żeliwne członowe Część z 2008 r.: grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi i klimakonwektory wentylatorowe				
Sposób regulacji	W kotłowni - automatyczna, centralna regulacja w funkcji temperatury zewnętrznej (regulacja pogodowa). Bieżąca automatyczna regulacja odbiorników ciepła za pomocą grzejnikowych zaworów termostatycznych i sekcyjna regulacja stała na głównych obiegach.				
Sposób pomiaru zużytego ciepła	Brak pomiaru zużytego ciepła				
Sprawności składowe i całkowita sprawność systemu ogrzewczego		CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.	CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.	CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.	Budynek
	sprawność wytwarzania ciepła	0,94	0,94	0,94	0,94
	sprawność przesyłania ciepła*	0,85	0,85	1,00	0,91
	sprawność regulacji i	0,97	0,97	0,97	0,97
	sprawność akumulacji ciepła*	1,00	1,00	1,00	1,00
	sprawność całkowita $\eta_{co0} = \eta_{co,g0} \cdot \eta_{co,d0} \cdot \eta_{co,e0} \cdot \eta_{co,s0} =$	0,78	0,78	0,91	0,83
Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24				
Współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu	przerwy/obniżenia w okresie tygodnia $w_{t0} = 1,00$				
	przerwy/obniżenia w ciągu doby $w_{d0} = 1,00$				
Modernizacje systemu ogrzewczego przeprowadzone po 1984 r.	Wymiana zaworów grzejnikowych w cz. z 1993 r. na zawory termostatyczne, wymiana palnika w 2010 r.				

* Sprawność regulacji i wykorzystania oraz sprawność wytwarzania przyjęto a sprawność akumulacji obliczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. Nr 201 poz. 1240), sprawność przesyłania przyjęto na podstawie wiedzy technicznej.

4.f. Charakterystyka systemu przygotowania i dystrybucji wody użytkowej

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Sposób przygotowania c.w.u.	Cz. z 1993 r. - miejscowy, jednostopniowy w jednoczerpalnych podgrzewaczach elektrycznych przepływowych, cz. z 1996 r. i z 2008 r. - centralne pojemnościowe w kotłowni gazowej
Rodzaj instalacji c.w.u.	Instalacja z cyrkulacją wymuszoną
Parametry pracy instalacji (wg projektu modernizacji kotłowni 2005 r.)	10 / 60 °C
Wiek systemu	Równy wiekowi poszczególnych części budynku
Rodzaj punktów czerpalnych	Baterie czerpalne do umywalek, zlewozmywaków i natrysków.
Opomiarowanie	Brak pomiaru zużycia ciepła i pomiaru zużytej c.w.u.

4.g. Charakterystyka źródła ciepła

Lokalna trzyfunkcyjna (c.o.+c.w.u.+c.t.) wbudowana kotłownia opalana gazem ziemnym wysokometanowym (E) zlokalizowana w piwnicy części budynku z 1996 r. wyposażona w dwa kotły firmy Viessmann pracujące w kaskadzie: kocioł typu Paromat-Duplex z 1994 r. o mocy 400-450 kW i kocioł typu Vitoplex 100 o mocy 150 kW zamontowany ok. 2008 r. Kotły wyposażone w automatykę. Przygotowanie c.w.u. w podgrzewaczu pojemnościowym pionowym typu Vitocell 100 o poj. 500 l firmy Viessmann.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Rodzaj wentylacji	Naturalna grawitacyjna, mechaniczna wywiewna, mechaniczna wywiewno-nawiewna i mechaniczna wywiewno-nawiewna z odzyskiem ciepła
Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	36 810
Współczynniki korekcyjne dla wentylacji naturalnej	szczelność okien i drzwi, charakterystyka nawiewnika lub obserwowany poziom wentylacji $c_m = 1,0$ $c_r = 1,0$
	stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $c_w = 1,0$

Współczynnik strat ciepła na wentylację cz. budynku z 1993 r. $H_{ve} =$

1 637,00 W/K

Współczynnik strat ciepła na wentylację cz. budynku z 1996 r. $H_{ve} =$

1 876,33 W/K

Współczynnik strat ciepła na wentylację cz. budynku z 1996 r. $H_{ve} =$

2 801,00 W/K

Uwagi:

Obliczenia strumieni powietrza wentylacyjnego przedstawiono w Załączniku nr 4.

Obliczenia współczynników strat ciepła na wentylację budynku przedstawiono w Załączniku 5.

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

5.a. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Stołarka okienna jest w różnym stanie technicznym - od bardzo dobrego (okna w najnowszej części) do dostatecznego (niektóre okna w częściach starszych budynku).

Ze względu na niską izolacyjność przegród zewn. część budynku z 1993 i 1996 r. nie spełnia obecnie obowiązujących wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U. Nr 201 poz. 1238). Przekroczenia nie są duże, jednakże większość przegród kwalifikuje się już do termomodernizacji.

5.b. Wentylacja

Stan wentylacji jest dobry.

Istnieje możliwość obniżenia zużycia ciepła na wentylację naturalną dzięki regulacji dopływu powietrza wentylacyjnego za pomocą nawiewników zamontowanych w ramach okiennych. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U. Nr 201 poz. 1238) nowe okna powinny być wyposażone w nawiewniki i należy to uwzględniać przy wymianie okien.

5.c. System ogrzewczy

Stan techniczny instalacji c.o. jest dobry.

System charakteryzuje się wysoką sprawnością dzięki automatycznej centralnej regulacji pogodowej w węźle cieplnym oraz automatycznej bieżącej regulacji podpionowej i regulacji dopływu ciepła do grzejników za pomocą zaworów termostatycznych.

Wskazana jest regulacja stała instalacji za pomocą nastaw na zaworach grzejnikowych po przeprowadzeniu termomodernizacji budynku. Wykonanie regulacji stałej instalacji po termomodernizacji budynku nie przyniesie dodatkowych oszczędności kosztów ciepła, ale istnieje ryzyko, że w wypadku nie wyregulowania systemu ogrzewczego zgodnie z nowymi, mniejszymi potrzebami cieplnymi budynku, nie zostaną osiągnięte założone oszczędności kosztów, gdyż budynek będzie przegrzewany. Regulację należy poprzedzić wykonaniem projektu regulacji.

5.d. System zaopatrzenia w c.w.u.

Stan techniczny instalacji c.w.u. jest dobry.

5.e. Źródło ciepła

Stan techniczny źródła ciepła jest dobry, jednakże ze względu na wysokie koszty wytwarzania ciepła wskazane jest poszukiwanie źródła o wyższej sprawności. Kocioł starszy jest już amortyzowany.

5.f. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Ocena stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
Przegrody zewnętrzne cz. z 1993 i 1996 r. mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$] - ściany zewnętrzne $U = 0,33 - 0,61$ - stropodach, stropy poddasza, dachy $U = 0,33 - 0,7$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne, aby opór cieplny R przegrody wynosił: - dla ścian zewn. nie mniej niż $4,0 m^2K/W$ - dla stropodachu, stropów poddaszy i dachów nie mniej niż $4,5 m^2K/W$
Okna cz. z 1993 i 1996 r. mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U - stare okna $U = 2,2; 2,3$	Pożądana wymiana starych okien na okna o współczynniku U nie większym niż $1,8 W/(m^2K)$.
Wentylacja Brak nawiewników w oknach cz. z 1993 i 1996 r. uniemożliwia właściwą regulację dopływu powietrza wentylacyjnego do pomieszczeń.	Wskazane zamontowanie nawiewników w oknach.
Źródło ciepła Możliwe oszczędności kosztów ciepła dzięki zastosowaniu sprawniejszego źródła ciepła	Wskazana wymiana źródła na sprawniejsze np. na gazową pompę ciepła.

6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Cel ulepszenia lub przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj ulepszenia lub przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewn. części z 1993 r. i części z 1996 r. metodą bezspoinową przy użyciu styropianu
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropy poddasza, dachy i stropodachy	Docieplenie stropodachu, stropów poddasza i dachów wieżyczek części z 1993 r. oraz stropów poddasza części z 1996 r.
Zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i drzwi oraz świetlika części z 1993 r. i części z 1996 r. na szczelne okna, drzwi i świetlik o wysokiej izolacyjności cieplnej, okna z nawiewnikami powietrza regulowanymi automatycznie
Podwyższenie sprawności systemu ogrzewczego	Montaż bardziej sprawnego źródła ciepła
Zmniejszenie kosztów energii na chłodzenie	Zastąpienie miejscowych klimatyzatorów zasilanych energią elektryczną systemem centralnym zasilanym w energię z gazowej pompy ciepła

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane i na ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

		Wykaz ulepszeń termomodernizacyjnych
a	Ulepszenia termomodernizacyjne mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane i na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r.
		Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1996 r.
		Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r.
		Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r.
		Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r.
		Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r.
		Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r.
		Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r.
		Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r.
		Wymiana stolarki metalowej w cz. z 1993 i 1996 r.
		Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła

Uwaga: docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r., cz. z 1996 r. i wykuszy cz. z 1996 r. traktuje się jako trzy różne ulepszenia ze względu na różne współczynniki przenikania ciepła U w stanie istniejącym i różne metody docieplania

Uwaga: docieplenie stropów poddaszy cz. z 1993 r. i cz. z 1996 r. traktuje się jako różne ulepszenia ze względu na różne współczynniki przenikania ciepła U w stanie istniejącym i różne metody docieplania

7.2.a Wybór optymalnych ulepszeń dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego i na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Optymalne ulepszenia termomodernizacyjne są to takie ulepszenia, dla których prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną.

Optymalizację ulepszeń dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego i na przygotowanie ciepłej wody użytkowej przedstawiono w tabelach na następnych stronach.

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przełom		
			ściany zewnętrzne cz. z 1993 r.		
Dane: powierzchnia przełomu do obliczenia strat ciepła powierzchnia przełomu do docieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)			A = 1 186,0 m ² A _k = 1 186,0 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych części budynku z 1993 r. łącznie ze ścianami wieżyczek i stropami wykuszy, ale bez ścian lukarn, metodą bezspoinową z użyciem styropianu o podwyższonych właściwościach termoizolacyjnych o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w wariantcie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w wariantcie 2					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,08	0,10	0,12
Zwiększenie oporu cieplnego przełomu ΔR = g/λ	m ² ·K/W		2,42	3,03	3,64
Opór cieplny przełomu R	m ² ·K/W	1,967	4,391	4,997	5,603
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/rok	187,4	83,9	73,8	65,78
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0217	0,0097	0,0085	0,0076
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})O _{mco}	zł/rok		5 413,26	5 945,94	6 363,40
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		235,00	260,00	285,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		278 710	308 360	338 010
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		51,49	51,86	53,12
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,51	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z uwzględnieniem stropów (spodów) wykuszy i z odliczeniem okien i drzwi A _k . Nakłady jednostkowe obejmują koszty prac dodatkowych takich jak: ocieplenie ościeży, wymiana zewn. podokienników, odtworzenie tynku typu cyklina, odwrócenie płytek przy wejściu do budynku i przełożenie rur spustowych.					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , S _d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant: 1		Nakłady: 278710 zł		SPBT= 51,5 lat	

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przełoda			
			ściany zewnętrzne cz. z 1996 r.			
Dane:	powierzchnia przełody do obliczenia strat ciepła powierzchnia przełody do ocieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)		A = 682,0 m ² A _k = 682,0 m ²			
Opis wariantów ulepszenia						
Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych części budynku z 1996 r. łącznie ze stropami wykuszy, ale bez ścian werand (ścian o konstrukcji szkieletowej z oblicówką drewnianą) metodą bezspoinową z użyciem styropian o podwyższonych właściwościach termoizolacyjnych o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W						
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w wariantie 1						
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w wariantie 2						
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
			1	2	3	4
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,04	0,06	0,08	0,10
Zwiększenie oporu cieplnego przełody ΔR = g/λ	m ² ·K/W		1,21	1,82	2,42	3,03
Opór cieplny przełody R	m ² ·K/W	3,010	4,222	4,828	5,434	6,040
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/rok	70,4	50,2	43,9	39,01	35,09
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0082	0,0058	0,0051	0,0045	0,0041
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})O _{mco}	zł/rok		1 057,8	1 387,6	1 643,8	1 848,6
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		120,00	145,00	170,00	195,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		81 840	98 890	115 940	132 990
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		77,36	71,27	70,53	71,94
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,33	0,24	0,21	0,18	0,17
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku						
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z uwzględnieniem stropów (spodów) wykuszy i z odliczeniem okien i drzwi A _k . Nakłady jednostkowe obejmują koszty prac dodatkowych takich jak: ocieplenie ościeży, wymiana zewn. podokienników i przełożenie rur spustowych.						
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , S _d - pkt. 4.a						
Wybrany wariant:	3	Nakłady:	115940 zł	SPBT=	70.5	lat

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przegroda		
			ściany zewn. wykuszy cz. z 1996 r.		
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła	A =	39,3 m ²		
	powierzchnia przegrody do docieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)	A _k =	39,3 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy (ścian o konstrukcji szkieletowej z oblicówką drewnianą) cz. budynku z 1996 r. od zewnątrz metodą natrysku pianki poliuretanowej (PUR) o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,022 W/mK z wykonaniem nowej oblicówki z desek drewnianych. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 2					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,04	0,05	0,06
Zwiększenie oporu cieplnego przegrody ΔR = g/λ	m ² ·K/W		1,82	2,27	2,73
Opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	2,481	4,299	4,754	5,208
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/rok	4,9	2,8	2,6	2,35
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})O _{mco}	zł/rok		108,95	123,16	134,89
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		135,00	150,00	165,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		5 306	5 895	6 485
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		48,70	47,86	48,07
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,40	0,23	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem okien i drzwi balkonowych A _k .					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , S _d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	2	Nakłady:	5895 zł	SPBT=	47,9 lat

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przegroda		
			stropodach i stropy poddasza cz. z 1993 r.		
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła	A =	335,6 m ²		
	powierzchnia przegrody do ocieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)	A _k =	335,6 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie stropodachu wentylowanego oraz stropów poddasza (w tym stropów poddasza wykuszy) metodą wdmuchiwania w przestrzeń poddaszy granulatu materiału termoizolacyjnego z celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,042 W/mK.					
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 2					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,13	0,14	0,15
Zwiększenie oporu cieplnego przegrody ΔR = g/λ	m ² ·K/W		3,10	3,33	3,57
Opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,438	4,533	4,771	5,009
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/rok	72,6	23,0	21,9	20,82
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0084	0,0027	0,0025	0,0024
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})·O _{mco}	zł/rok		2 592,28	2 652,37	2 706,74
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		38,00	41,00	44,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		12 753	13 760	14 766
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		4,92	5,19	5,46
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,70	0,22	0,21	0,20
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni stropodachu i stropów poddasza A _k .					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , Sd - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	1	Nakłady:	12753 zł	SPBT=	4,9 lat

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przegroda		
			dachy wieżyczek cz. z 1993 r.		
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła	A =	100,8 m ²		
	powierzchnia przegrody do ocieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)	A _k =	100,8 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie dachów wieżyczek części budynku z 1993 r. od wewnątrz metodą natrysku pianki poliuretanowej (PUR) o współczynniku przewodzenia ciepła λ=			0,022 W/mK.		
z wykonaniem podsufitki z płyt gipsowo-kartonowych na stelażu.					
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantcie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantcie 2					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,04	0,05	0,06
Zwiększenie oporu cieplnego przegrody ΔR = g/λ	m ² ·K/W		1,82	2,27	2,73
Opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	3,048	4,866	5,320	5,775
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/rok	10,3	6,4	5,9	5,43
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0012	0,0007	0,0007	0,0006
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})·O _{mco}	zł/rok		201,00	229,79	254,04
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		100,00	115,00	130,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		10 080	11 592	13 104
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		50,15	50,45	51,58
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,33	0,21	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni dachów wieżyczek A _k .					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , S _d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	1	Nakłady:	10080 zł	SPBT=	50,1 lat

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przegroda		
			strop poddasza cz. z 1996 r.		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła powierzchnia przegrody do ocieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)			A = 90,8 m ² A _k = 90,8 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie stropu poddasza części budynku z 1996 r. metodą układania na stropie mat z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,045 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantcie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantcie 2					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,06	0,07	0,08
Zwiększenie oporu cieplnego przegrody ΔR = g/λ	m ² ·K/W		1,33	1,56	1,78
Opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	3,203	4,536	4,758	4,981
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/rok	8,8	6,2	5,9	5,67
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0010	0,0007	0,0007	0,0007
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rU} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _{zco} +12·(q _{0U} -q _{1U})·O _{mco}	zł/rok		135,51	150,71	164,56
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		20,00	24,00	28,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		1 816	2 179	2 542
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{rU}	lata		13,40	14,46	15,45
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,31	0,22	0,21	0,20
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni stropu A _k .					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , Sd - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	1	Nakłady:	1816 zł	SPBT=	13,4 lat

Ocena opłacalności i wybór ulepszenia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy			Przełom		
			stopy poddaszy wykuszy cz. z 1996 r.		
Dane:	powierzchnia przełomu do obliczenia strat ciepła	A =	7,8 m ²		
	powierzchnia przełomu do ocieplenia (do obliczenia nakładów na ulepszenie)	A _k =	7,8 m ²		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. metodą wdmuchiwania w przestrzeń poddaszy granulat materiału termoizolacyjnego z celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,042 W/mK.					
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W					
wariant 2: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 1					
wariant 3: grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w wariantie 2					
Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Grubość dodatkowej warstwy izolacji cieplnej g	m		0,10	0,11	0,12
Zwiększenie oporu cieplnego przełomu ΔR = g/λ	m ² ·K/W		2,38	2,62	2,86
Opór cieplny przełomu R	m ² ·K/W	2,241	4,622	4,860	5,099
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/rok	1,1	0,5	0,5	0,47
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przenikania ciepła q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{wo} -t _{zo})/R	MW	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{RU} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _{zco} +12(q _{0U} -q _{1U})O _{mco}	zł/rok		29,01	30,35	31,56
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		35,00	38,00	41,00
Nakłady na realizację ulepszenia z VAT N _U	zł		272	295	318
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT = N _U /ΔO _{RU}	lata		9,38	9,72	10,08
Współczynnik przenikania ciepła U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,45	0,22	0,21	0,20
Podstawa przyjętych wartości N _U - analiza rynku					
Nakłady na ulepszenie stanowią iloczyn nakładów jednostkowych i całkowitej powierzchni stropów A _k .					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , Sd - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	1	Nakłady:	272 zł	SPBT=	9,4 lat

Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji naturalnej			Przedsięwzięcie		
			wymiana okien i drzwi drewnianych w z cz. 1993 r. z montażem nawiewników		
Dane:	powierzchnia okien do wymiany oblicz. strumień powietrza went.	$A_{Ok}= 382,3 \text{ m}^2$ $V_{nom}= 4\,911 \text{ m}^3/\text{h}$			
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się wymianę okien na szczelne okna jednoramowe, drewniane, o lepszych współczynnikach U z nawiewnikami regulowanymi automatycznie oraz wymianę drzwi drewnianych. Rozpatruje się 3 warianty różniące się U okien:					
wariant 1: okna o współczynniku przenikania ciepła U spełniającym wymaganie dotyczące maksymalnej maksymalnej wielkości współczynnika, czyli $U= 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$					
wariant 2: okna o współczynniku przenikania ciepła $U= 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ (jak dla okien z szybą o $U = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)					
wariant 3: okna o współczynniku przenikania ciepła $U= 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ (jak dla okien z ramą o $U = 1,0 - 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ i z szybą o $U = 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Współczynnik przenikania ciepła okien	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,3	1,8	1,35	0,85
Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,70	0,70	0,70
	C_m	-	1,0	1,0	1,0
	C_w	-	1,0	1,0	1,0
Zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna $Q_{0Ok}, Q_{1Ok} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{Ok} \cdot U$	GJ/rok	273,3	213,9	160,4	101,0
Zapotrzebowanie na ciepło na wentylację $Q_{0w}, Q_{1w} = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/rok	519,4	363,6	363,6	363,6
Zapotrzebowanie na ciepło $Q_0, Q_1 = Q_{0Ok}, Q_{1Ok} + Q_{0w}, Q_{1w}$	GJ/rok	792,7	577,5	524,0	464,6
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna $q_{0Ok}, q_{1Ok} = 10^{-6} \cdot A_{Ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0317	0,0248	0,0186	0,0117
Zapotrzebowanie na moc cieplną na wentylację $q_{0w}, q_{1w} = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0601	0,0601	0,0601	0,0601
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_0, q_1 = q_{0Ok}, q_{1Ok} + q_{0w}, q_{1w}$	MW	0,0918	0,0849	0,0787	0,0718
Roczna oszczędność kosztów ciepła $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rw} = (Q_0 - Q_1) \cdot O_{zco} + 12 \cdot (q_0 - q_1) \cdot O_{mco}$	zł/rok		10 019,09	12 816,82	15 925,42
Nakłady na wymianę okien z VAT N_{Ok}	zł		344 070	420 530	516 105
Nakłady na modernizację wentylacji z VAT N_w	zł		0	0	0
Prosty okres zwrotu nakładów $SPBT=(N_{Ok}+N_w)/(\Delta O_{rOk}+\Delta O_{rw})$	lata		34,3	32,8	32,4
Podstawa przyjętych wartości N_{Ok} - analiza rynku					
wariant 1: wymiana	382,3 m ² okien	900	zł/m ² =	344 070 zł	
wariant 2: wymiana	382,3 m ² okien	1100	zł/m ² =	420 530 zł	
wariant 3: wymiana	382,3 m ² okien	1350	zł/m ² =	516 105 zł	
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t_{wo} , t_{zo} , S_d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	3	Koszt :	516105 zł	SPBT=	32,4 lat

Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji naturalnej			Przedsięwzięcie		
			wymiana okien w cz. 1996 r. z montażem nawiewników		
Dane:			powierzchnia okien do wymiany oblicz. strumień powietrza went.		
			A _{Ok} = 163,4 m ² V _{nom} = 954 m ³ /h		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się wymianę okien (łącznie z oknami połaciowymi) na szczelne okna jednoramowe, drewniane, o lepszych współczynnikach U z nawiewnikami regulowanymi automatycznie. Rozpatruje się 3 warianty różniące się U okien:					
wariant 1: okna o współczynniku przenikania ciepła U spełniającym wymaganie dotyczące maksymalnej maksymalnej wielkości współczynnika, czyli U= 1,8 W/m ² K					
wariant 2: okna o współczynniku przenikania ciepła U= 1,35 W/m ² K (jak dla okien z szybą o U = 1,0 W/(m ² K))					
wariant 3: okna o współczynniku przenikania ciepła U= 0,85 W/m ² K (jak dla okien z ramą o U = 1,0 - 1,2 W/(m ² K) i z szybą o U = 0,5 W/(m ² K))					
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Współczynnik przenikania ciepła okien	W/m ² K	2,2	1,8	1,35	0,85
Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C _r	-	0,70	0,70	0,70
	C _m	-	1,0	1,0	1,0
	C _w	-	1,0	1,0	1,0
Zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna Q _{0Ok} , Q _{1Ok} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A _{Ok} ·U	GJ/rok	111,7	91,4	68,6	43,2
Zapotrzebowanie na ciepło na wentylację Q _{0w} , Q _{1w} = 2,94·10 ⁻⁵ ·C _r ·C _w ·V _{nom} ·S _d	GJ/rok	100,9	70,6	70,6	70,6
Zapotrzebowanie na ciepło Q ₀ , Q ₁ = Q _{0Ok} , Q _{1Ok} + Q _{0w} , Q _{1w}	GJ/rok	212,6	162,0	139,2	113,8
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna q _{0Ok} , q _{1Ok} = 10 ⁻⁶ ·A _{Ok} ·(t _{wo} -t _{zo})·U	MW	0,0129	0,0106	0,0079	0,0050
Zapotrzebowanie na moc cieplną na wentylację q _{0w} , q _{1w} = 3,4·10 ⁻⁷ ·C _m ·C _w ·V _{nom} ·(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,0117	0,0117	0,0117	0,0117
Zapotrzebowanie na moc cieplną q ₀ , q ₁ = q _{0Ok} , q _{1Ok} + q _{0w} , q _{1w}	MW	0,0246	0,0223	0,0196	0,0167
Roczna oszczędność kosztów ciepła ΔO _{rOk} +ΔO _{rw} = (Q ₀ -Q ₁)O _{zco} +12(q ₀ -q ₁)O _{mco}	zł/rok		2 405,34	3 601,13	4 929,78
Nakłady na wymianę okien z VAT N _{Ok}	zł		147 060	179 740	220 590
Nakłady na modernizację wentylacji z VAT N _w	zł		0	0	0
Prosty okres zwrotu nakładów SPBT=(N _{Ok} +N _w)/(ΔO _{rOk} +ΔO _{rw})	lata		61,1	49,9	44,7
Podstawa przyjętych wartości N _{Ok} - analiza rynku					
wariant 1: wymiana 163,4 m ² okien 900 zł/m ² = 147 060 zł					
wariant 2: wymiana 163,4 m ² okien 1100 zł/m ² = 179 740 zł					
wariant 3: wymiana 163,4 m ² okien 1350 zł/m ² = 220 590 zł					
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t _{wo} , t _{zo} , S _d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	3	Koszt :	220590 zł	SPBT=	44,7 lat

Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji naturalnej			Przedsięwzięcie		
			wymiana stolarki metalowej cz. z 1993 r. i z 1996 r.		
Dane:			powierzchnia stolarki do wymiany oblicz. strumień powietrza went.		
			$A_{Ok}= 25,2 \text{ m}^2$ $V_{nom}= 0 \text{ m}^3/\text{h}$		
Opis wariantów ulepszenia					
Przewiduje się wymianę stolarki metalowej (drzwi z przeszkleniem do cz. bud. z 1993 r., okno kotłowni i świetlik w cz. bud. z 1996 r.) na szczelną stolarkę aluminiową o lepszych współczynnikach U. Rozpatruje się 3 warianty różniące się U przeszkleń:					
wariant 1: przeszklenia o współczynniku przenikania ciepła U spełniającym wymaganie dotyczące maksymalnej wielkości współczynnika, czyli			$U= 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$		
wariant 2: przeszklenia o współczynniku przenikania ciepła			$U= 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$		
wariant 3: przeszklenia o współczynniku przenikania ciepła			$U= 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
			1	2	3
Współczynnik przenikania ciepła okien	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,0	1,8	1,6	1,4
Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,0	1,0	1,0
	C_m	-	1,0	1,0	1,0
	C_w	-	1,0	1,0	1,0
Zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna $Q_{0Ok}, Q_{1Ok} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{Ok} \cdot U$	GJ/rok	23,5	14,1	12,5	11,0
Zapotrzebowanie na ciepło na wentylację $Q_{0w}, Q_{1w} = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/rok	0,0	0,0	0,0	0,0
Zapotrzebowanie na ciepło $Q_0, Q_1 = Q_{0Ok}, Q_{1Ok} + Q_{0w}, Q_{1w}$	GJ/rok	23,5	14,1	12,5	11,0
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez okna $q_{0Ok}, q_{1Ok} = 10^{-6} \cdot A_{Ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0027	0,0016	0,0015	0,0013
Zapotrzebowanie na moc cieplną na wentylację $q_{0w}, q_{1w} = 3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_0, q_1 = q_{0Ok}, q_{1Ok} + q_{0w}, q_{1w}$	MW	0,0027	0,0016	0,0015	0,0013
Roczna oszczędność kosztów ciepła $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rw} = (Q_0 - Q_1) \cdot O_{zco} + 12 \cdot (q_0 - q_1) \cdot O_{mco}$	zł/rok		491,78	573,74	655,71
Nakłady na wymianę okien z VAT N_{Ok}	zł		44 982	63 000	75 600
Nakłady na modernizację wentylacji z VAT N_w	zł		0	0	0
Prosty okres zwrotu nakładów $SPBT=(N_{Ok}+N_w)/(\Delta O_{rOk}+\Delta O_{rw})$	lata		91,5	109,8	115,3
Podstawa przyjętych wartości N_{Ok} - analiza rynku					
wariant 1: wymiana	25,2 m ² okien	1785	zł/m ² =	44 982 zł	
wariant 2: wymiana	25,2 m ² okien	2500	zł/m ² =	63 000 zł	
wariant 3: wymiana	25,2 m ² okien	3000	zł/m ² =	75 600 zł	
Dane dotyczące normatywnych warunków użytkowania i danych klimatycznych: t_{wo}, t_{zo}, S_d - pkt. 4.a					
Wybrany wariant:	1	Koszt :	44982 zł	SPBT=	91,5 lat

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię na potrzeby chłodzenia

Opis wariantów przedsięwzięcia

Przewiduje się jedno przedsięwzięcie termomodernizacyjne składające się z następujących ulepszeń poprawiających sprawność systemu chłodzenia w cz. z 1996 r. oraz dostosowujące system do aktualnych wymagań technicznych:

wariant 1: wymiana miejscowych klimatyzatorów na system centralny oparty o klimakonwektory wentylatorowe zasilany w energię z gazowej pompy ciepła

Ocena proponowanego przedsięwzięcia:

Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia Q_{0c}, Q_{1c}	GJ/rok	158,2	158,2
Zapotrzebowanie na moc na chłodzenie q_{0c}, q_{1c}	MW	0,0650	0,0650
Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{rc} = Q_{0c} \cdot O_{zc} - Q_{1c} \cdot O_{zco} + 12 \cdot q_{0c} \cdot O_{mc} - q_{1c} \cdot O_{mco}$	zł/rok		27 347,79
Nakłady na modernizację systemu chłodzenia N_c	zł		80 000
SPBT = $N_c / \Delta O_{rc}$	lata		2,9

Po modernizacji systemu chłodzenia opłaty jednostkowe za energię do chłodzenia będą takie jak za ciepło do ogrzewania.

Podstawa przyjętych wartości N_w - [analiza rynku](#)

Lp.	Rodzaj ulepszenia	Jedn.	Ilość [jedn.]	Nakłady jedn. z VAT [zł/jedn.]	Nakłady z VAT Wariant 1 [zł]
1.	montaż centrali klimatyzacyjnej	kpl.	1	80 000	80 000
				razem	80 000
Wybrany: Wariant 1		Koszt : 80 000 zł		SPBT= 2,9 lat	

7.2.b Zestawienie wybranych i zoptymalizowanych ulepszeń termomodernizacyjnych zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej uszeregowane w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT)

Rodzaj i zakres ulepszeń oraz wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	Planowane nakłady z VAT [zł]	Prosty czas zwrotu nakładów (SPBT) [lata]
Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła	80000	2,9
Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r.	12753	4,9
Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r.	272	9,4
Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r.	1816	13,4
Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r.	516105	32,4
Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r.	220590	44,7
Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r.	5895	47,9
Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r.	10080	50,1
Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r.	278710	51,5
Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1996 r.	115940	70,5
Wymiana stolarki metalowej w cz. z 1993 i 1996 r.	44982	91,5

7.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewczego

Przewiduje się następujące ulepszenia poprawiające sprawność systemu ogrzewczego i dostosowujące system do aktualnych wymagań technicznych:

- montaż gazowej pompy ciepła do zasilania cz. budynku z 1993 r. i 1996 r., przedsięwzięcie to wymaga modernizacji (wymiany) instalacji c.o. dostosowującej instalację do parametrów pompy ciepła
- zastosowanie automatycznych obniżen temperatur w ciągu doby i w święta

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składających się na przedsięwzięcie termomodernizacyjne poprawiające sprawność cieplną systemu ogrzewczego:

Rodzaj ulepszenia termomodernizacyjnego	Współczynniki sprawności składowych η oraz wartości współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu w	CZĘŚĆ BUDYNKU			
		U Z 1993 R.	U Z 1996 R.	U Z 2008 R.	Budynek
	Q_{0co}	601,1	560,8	807,3	1969,2
wytwarzanie ciepła - montaż gazowej pompy ciepła	$\eta_{co,g1}$	1,65	1,65	0,94	1,26
przesyłanie ciepła - przewody zostaną zaizolowane	$\eta_{co,d1}$	1,00	1,00	1,00	1,00
regulacja i wykorzystanie ciepła - bez zmian	$\eta_{co,e1}$	0,97	0,97	0,97	0,97
akumulacja ciepła - montaż zbiornika buforowego do pompy ciepła	$\eta_{co,s1}$	0,97	0,97	0,97	0,97
sprawność całkowita systemu ogrzewczego	$\eta_{co1} = \eta_{co,g1} \cdot \eta_{co,d1} \cdot \eta_{co,e1} \cdot \eta_{co,s1}$	1,55	1,55	0,88	1,18
uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia - wprowadzenie automatycznych obniżen w niedziele i święta	w_{t1}	0,93			
uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby - wprowadzenie automatycznych obniżen 8 godz./dobę	w_{d1}	0,95			

Po modernizacji systemu ogrzewczego nie zmieniają się opłaty jednostkowe za ciepło.

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Omówienie	Jedn.	
Roczna oszczędność kosztów ciepła $\Delta O_{rco} = (w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{0co} / \eta_{co0} - w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{0co} / \eta_{co1}) \cdot O_{zco}$	zł/rok	39 832,21
Nakłady na modernizację systemu grzewczego N_{co}	zł	740 000
Prosty okres zwrotu SPBT = $N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata	18,6

Podstawa przyjętych wartości N_{co} - analiza własna

Lp.	Rodzaj ulepszenia	Jedn.	Ilość [jedn.]	Nakłady jedn. z VAT [zł/jedn.]	Nakłady z VAT
					[zł]
1.	wymiana instalacji w części budynku z 1993 r.	kpl.	1	160 000	160 000
2.	wymiana instalacji w części budynku z 1996 r.	kpl.	1	180 000	180 000
3.	gazowe pompy ciepła, modernizacja kotłowni	kpl.	1	400 000	400 000
				razem	740 000

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, dla wskazanych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu ulepszeń termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej; uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, obliczono kolejno:

- planowane nakłady całkowite N
- kwotę rocznych oszczędności kosztów energii cieplnej ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia
- zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej
- kwotę środków własnych i kwotę dotacji

Wariantem optymalnym jest pierwszy z wariantów spełniający:

- warunek dotyczący uzyskania minimum 30% oszczędności energii zgodnie z programem priorytetowym NFOŚiGW pt.: "System Zielonych Inwestycji (GIS - Green Investment Scheme) Część 5) Zarządzanie energią w budynkach wybranych podmiotów sektora finansów publicznych"
- warunek maksymalnej wielkości środków własnych tzn. kwota środków własnych nie jest większa niż maksymalna wielkość określona przez inwestora

7.4.a. Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Zakres	Nr wariantu											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r.	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r.	X	X	X	X	X	X	X	X				
Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r.	X	X	X	X	X	X	X					
Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996	X	X	X	X	X	X						
Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996	X	X	X	X	X							
Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r.	X	X	X	X								
Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r.	X	X	X									
Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1996 r.	X	X										
Wymiana stolarki metalowej w cz. z 1993 i 1996 r.	X											

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

7.4.b. Obliczenie oszczędności kosztów ciepła dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu przed i po termomodernizacji	Moc cieplna systemu ogrzewczego przed i po termomodernizacji	Całkowita sprawność systemu ogrzewczego przed i po termomodernizacji	Współ. uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed i po termomodernizacji	Współ. uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby przed i po termomodernizacji	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji	Moc cieplna na przygotowanie c.w.u. przed i po termomodernizacji	Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia przed i po termomodernizacji	Moc cieplna na chłodzenie przed i po termomodernizacji	Całkowite zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji	Całkowita moc cieplna przed i po termomodernizacji	Roczne koszty ciepła przed i po termomodernizacji	Roczne oszczędności kosztów ciepła
	$\frac{Q_{0co}}{Q_{1co}}$ [GJ/rok]	$\frac{q_{0co}}{q_{1co}}$ [kW]	$\frac{\eta_{co0}}{\eta_{co1}}$ [-]	$\frac{w_{t0}}{w_{t1}}$ [-]	$\frac{w_{d0}}{w_{d1}}$ [-]	$\frac{Q_{0cw}}{Q_{1cw}}$ [GJ/rok]	$\frac{q_{0cw}}{q_{1cw}}$ [kW]	$\frac{Q_{0c}}{Q_{1c}}$ [GJ/rok]	$\frac{q_{0c}}{q_{1c}}$ [kW]	$\frac{Q_0=Q_{0co}+Q_{0cw}+Q_{0c}}{Q_1=Q_{1co}+Q_{1cw}+Q_{1c}}$ [GJ/rok]	$\frac{q_0=q_{0co}+q_{0cw}+q_{0c}}{q_1=q_{1co}+q_{1cw}+q_{1c}}$ [kW]	$\frac{O_{0r}}{O_{1r}}$ [zł/rok]	$\Delta O_i=O_{1r}-O_{0r}$ [zł/rok]
Stan istniejący	1 969,2	566,5	0,83	1,00	1,00	142,3	2,9	158,2	65,0	2 673,0	634,4	197 907,90	
1	1 418,6	517,8	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 362,6	585,7	109 091,24	88 816,66
2	1 426,6	518,8	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 368,6	586,7	109 426,19	88 481,71
3	1 453,7	522,3	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 388,9	590,2	110 567,44	87 340,46
4	1 536,1	534,1	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 450,6	602,0	114 116,17	83 791,73
5	1 539,4	534,6	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 453,1	602,5	114 261,47	83 646,4
6	1 541,4	534,8	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 454,6	602,7	114 341,76	83 566,14
7	1 655,6	542,2	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 540,1	610,1	118 643,12	79 264,78
8	1 925,1	561,1	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 741,9	629,0	128 894,08	69 013,82
9	1 927,1	561,1	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 743,4	629,0	128 960,60	68 947,30
10	1 927,6	561,1	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 743,7	629,0	128 973,91	68 933,99
11	1 969,2	566,5	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 774,9	634,4	130 729,37	67 178,53
12	1 969,2	566,5	1,18	0,93	0,95	142,3	2,9	158,2	65,0	1 774,9	634,4	158 077,17	39 830,73

* $O_{0r}=w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot \frac{Q_{0co}}{\eta_{co0}} \cdot O_{zco}+12 \cdot q_{0co} \cdot O_{mco}+Q_{0cw} \cdot O_{zcow}+12 \cdot q_{0cw} \cdot O_{mcw}+Q_{0c} \cdot O_{zcc}+12 \cdot q_{0c} \cdot O_{mc}+12 \cdot O_m+12 \cdot Ab$

** $O_{1r}=w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot \frac{Q_{1co}}{\eta_{co1}} \cdot O_{zco}+12 \cdot q_{1co} \cdot O_{mco}+Q_{1cw} \cdot O_{zcow}+12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{mcw}+Q_{1c} \cdot O_{zcc}+12 \cdot q_{1c} \cdot O_{mc}+12 \cdot O_m+12 \cdot Ab$

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

7.4.c. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Numer wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane nakłady całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_e [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię $[(Q_0 - Q_1)/Q_0] \cdot 100\%$ [%]	Kwota dotacji/kwota środków własnych	
					[zł, %]	[zł, %]
1	Wszystkie ulepszenia	2 027 143	88 816,66	49,0	2 027 143,00	100,00%
2	Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1996 r. Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r. Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r. Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r. Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 982 161	88 481,71	48,8	1 982 161,00	100,00%
3	Docieplenie ścian zewnętrznych cz. z 1993 r. Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r. Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r. Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 866 221	87 340,46	48,0	1 866 221,00	100,00%
4	Docieplenie dachów wieżyczek cz. z 1993 r. Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r. Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 587 511	83 791,73	45,7	1 587 511,00	100,00%
5	Docieplenie ścian zewnętrznych wykuszy cz. z 1996 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 577 431	83 646,43	45,6	1 577 431,00	100,00%
6	Wymiana okien i montaż nawiewników w cz. z 1996 r. Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 571 536	83 566,14	45,6	1 571 536,00	100,00%
7	Wymiana okien i drzwi drewnianych z montażem nawiewników w oknach cz. z 1993 r. Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	1 350 946	79 264,78	42,4	1 350 946,00	100,00%
8	Docieplenie stropu poddasza cz. z 1996 r. Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	834 841	69 013,82	34,8	834 841,00	100,00%
9	Docieplenie stropów poddaszy wykuszy cz. z 1996 r. Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	833 025	68 947,30	34,8	833 025,00	100,00%
10	Docieplenie stropodachu i stropów poddasza cz. z 1993 r. Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	832 753	68 933,99	34,8	832 753,00	100,00%
11	Montaż centrali klimatyzacyjnej zasilanej w energię z gazowej pompy ciepła Modernizacja systemu grzewczego	820 000	67 178,53	33,6	820 000,00	100,00%
12	Modernizacja systemu grzewczego	740 000	39 830,73	33,6	740 000,00	100,00%

7.4.d. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Jest to pierwszy z wariantów, który spełnia wszystkie warunki programu, tj.:

- warunek dotyczący oszczędności energii (art. 3 pkt 1 lit. b)), tzn. jest to przedsięwzięcie, w wyniku którego następuje zmniejszenie rocznego na energię o **49,0 %**, czyli powyżej 30%
- warunek maksymalnej kwoty środków własnych tzn. planowana kwota środków własnych wynosząca **0,00 zł** maksymalna wielkość określona przez inwestora

8. Opis techniczny i charakterystyka finansowa optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji. Uwagi

8.a. Opis techniczny i przedmiar robót

W ramach wskazanego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Docieplenie ścian zewnętrznych części budynku z 1993 i 1996 r.
Do wykonania jest 1 907,3 m² docieplenia za sumę **400 545 zł.**
Docieplenie dotyczy wszystkich ścian zewnętrznych części budynku z 1993 i 1996 r. z wyłączeniem ścian lukarn cz. z 1993 r., ale łącznie z podcieniami, nawisami i stropami wykuszy. Docieplenie ścian zewn., z wyłączeniem ścian wykuszy cz. z 1996 r. wykończonych oblicówką drewnianą, wykonać metodą bezspoinową (BSO) wg instrukcji ITB, polegającą na przymocowaniu do ścian od zewnątrz systemu warstwowego składającego się z materiału termoizolacyjnego oraz warstwy zbrojonej (składającej się z masy klejącej i wtopionej w nią siatki zbrojącej) i wyprawy tynkarskiej mocowanych do ściany za pomocą zaprawy klejącej i łączników mechanicznych (kołków).
Jako materiał izolacyjny stosować płyty ze styropianu o podwyższonych właściwościach termoizolacyjnych (współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(mK)}$) o grubości 8 cm.

Ściany zewn. wykuszy cz. z 1996 r. (ściany o konstrukcji szkieletowej z oblicówką drewnianą) docieplić od zewnątrz metodą natrysku pianki poliuretanowej (PUR) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W/(mK)}$ o grubości 5 cm. Następnie należy wykonać nową oblicówkę z desek drewnianych.
Każdego rodzaju przejścia między systemem ocieplającym a sąsiadującymi z nim elementami budowlanymi jak np. parapety muszą być wykonane w sposób gwarantujący ich szczelne zabezpieczenie przed opadami.
Należy zmniejszyć mostki cieplne na attyce, ościeżach i podokiennikach przez ocieplenie ościeży oraz wykonanie izolacji wokół attyk (podana powyżej powierzchnia do ocieplenia nie obejmuje powierzchni attyk i ościeży, nakłady na ocieplenie ościeży zostały uwzględnione w nakładach jednostkowych ocieplenia).
2. Docieplenie stropodachu i stropów poddaszy części z 1993 i 1996 r.
Do wykonania jest 434,2 m² docieplenia za sumę **14 841 zł.**
Docieplenie stropodachu i stropów poddaszy części z 1993 i 1996 r. dotyczy wszystkich, nawet niewielkich poddaszy, np. nad wykuszami. Docieplenie stropodachu i poddaszy niedostępnych wykonać metodą wdmuchiwania w przestrzeń poddaszy granulatu materiału termoizolacyjnego z celulozy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/(mK)}$ o grubości: w cz. z 1993 r. - 13 cm; w cz. z 1996 - 10 cm. Docieplenie poddasza przełazowego w cz. z 1996 r. wykonać metodą układania mat z wełny mineralnej o grubości 6 cm na wierzchu stropu.
3. Docieplenie dachów wieżyczek części z 1993 r.
Do wykonania jest 100,8 m² docieplenia za sumę **10080 zł.**
Docieplenie dachów wieżyczek części z 1993 r. wykonać od wewnątrz metodą natrysku pianki poliuretanowej (PUR) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W/(mK)}$ o grubości 4 cm. Następnie należy wykonać nową podsufitkę z płyt gipsowo-kartonowych.
4. Wymianę 545,7 m² stolarki okiennej za **736 695 zł.**
Jako nowe okna zastosować okna jednoramowe drewniane oszklone szybami zespolonymi trykomorowymi o współczynniku przenikania ciepła $0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, ze skrzydłami rozwieralnymi lub uchylnymi o współczynniku przenikania ciepła $1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Nowe okna powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie co najmniej 50% powierzchni wymaganej dla danego pomieszczenia.
5. Wymianę 25,2 m² stolarki metalowej kwotę **44982 zł.**
Jako nową stolarkę zastosować stolarkę aluminiową o współczynniku przenikania ciepła $1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
6. Modernizację systemu chłodzenia za sumę **80 000 zł.**
polegającą na wymianie miejscowych klimatyzatorów zasilanych energią elektryczną na system centralny oparty o klimakonwektory wentylatorowe zasilany w energię z gazowej pompy ciepła.

7. Modernizację systemu ogrzewczego za sumę **740 000 zł.**
polegającą na:
- montażu gazowych pomp ciepła do zasilania cz. budynku z 1993 r. i 1996 r. w miejsce kotła z 1994 r., przedsięwzięcie to wymaga modernizacji (wymiany) instalacji c.o. dostosowującej instalację do parametrów pompy ciepła. W cz. z 1993 r. instalacja zostanie wymieniona na instalację grzejnikową, a w części z 1996 r., ze względu na jednoczesną modernizację systemu chłodzenia, na instalację z klimakonwektorami wentylatorowymi.
- zastosowaniu automatycznych obniżen temperatur w ciągu doby (8-godzinnych) oraz w niedziele i święta

8.b. Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Kalkulowane nakłady (z VAT) wyniosą:	2 027 143,00 zł
w tym: udział środków własnych inwestora:	- zł 0,00%
dotacja:	2 027 143,00 zł 100,00%
Oszczędność kosztów ciepła (z VAT)	88 816,66 zł /rok
Czas zwrotu nakładów na przedsięwzięcie SPBT:	22,8 lata

8.c. Uwagi końcowe

1. Istotnym składnikiem kosztów eksploatacji obiektu jest energia elektryczna. W obecnym stanie technicznym część budynku z 1993 r. oraz część z 1994 r. jak i częściowo część budynku z 2008 r. wymagają radykalnych zmian, jeżeli chodzi o optymalizację kosztów zużycia energii elektrycznej. W pierwszym rzędzie należy przeprowadzić audyt elektroenergetyczny budynku oraz przeanalizować wykresy obciążeń mocy w cyklach tygodniowych. Zbilansowanie mocy oraz opomiarowanie poszczególnych części budynku wraz z odpowiednim dobraniem taryf pozwoli optymalnie gospodarować energią elektryczną. Dodatkowo należy dokonać wymiany źródeł światła wraz z zamontowaniem automatycznego systemu oszczędzenia energii. Istotnym składnikiem modernizacji systemu elektroenergetycznego jest likwidacja pojedynczych źródeł klimatyzacji, które zostaną zastąpione systemem z klimakonwektorami wentylatorowymi zasilanym z gazowych pomp ciepła. W budynku zostanie dodatkowo zastosowany system trzech niezależnych zespołów ogniw fotowoltaicznych (PV) do zasilania instalacji oświetlenia i urządzeń elektrycznych. Wszystkie zabiegi optymalizacyjne w budynku powinny wygenerować od 30% - 40% zmniejszenia zużycia energii elektrycznej. Ważnym aspektem wdrożenia systemu optymalizacji zarządzania energią elektryczną jest podniesienie świadomości energetycznej jak i ekologicznej. System szkoleń oraz powołanie nowego stanowiska specjalisty ds. zarządzania energią pozwoli w pełni kontrolować koszty eksploatacyjne budynku.
2. Dla proponowanych w audycie energetycznym rozwiązań budowlanych konieczne jest sporządzenie dokumentacji projektowej oraz uzyskanie pozwolenia na budowę wg zasad określonych przepisami Prawa
3. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego.

9. Sprawdzenie spełnienia wymagań izolacyjności cieplnej przegród po termomodernizacji

Współczynniki przenikania ciepła U przegród po termomodernizacji nie są wyższe niż wartości maksymalne określone dla budynku użyteczności publicznej w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 201 poz. 1238) będącym nowelizacją *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 75 poz.690).

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła ocenianej przegrody U [W/(m ² ·K)]	Maks. współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ wg Rozporządzenia [W/(m ² ·K)]
Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym niezależnie od rodzaju ściany):	0,18 - 0,25	0,30
Ściany wewnętrzne między pomieszczeniami ogrzewanymi a klatkami schodowymi lub korytarzami	-	3,00
Ściany przylegające do szczelin dylatacyjnych o szerokości:		
a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm	-	3,00
b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	-	0,70
Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych		bez wymagań
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	0,20 - 0,22	0,25
Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie		0,45
Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	-	bez wymagań
Okna, drzwi balkonowe, świetliki i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła ocenianej przegrody U [W/(m ² ·K)]	Maks. współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ wg Rozporządzenia [W/(m ² ·K)]
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne (fasady):	0,85	1,8
a) okna drewniane		
b) przeszklenia aluminiowe		ochrona konserwatorska
Okna połaciowe i świetliki	0,85	1,7
Okna i drzwi balkonowe w pomieszczeniach o szczególnych wymaganiach higienicznych (pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi w szpitalach, żłobkach i przedszkolach)	-	1,8
Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz świetliki nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi	1,8	bez wymagań
Drzwi zewnętrzne wejściowe do budynku	1,8 - 2,5	2,6

t_i - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu

10. Efekt ekologiczny

Dane:

Rodzaj paliwa		Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
		gaz ziemny	gaz ziemny
Zużycie ciepła	GJ/rok	2677,2	1362,6
Wartość opałowa paliwa	MJ/m ³	35,96	35,96
Roczne zużycie paliwa B	m ³ /rok	74 449	37 892
Zawartość siarki w paliwie	%	0	0
Zawartość popiołu paliwie Ar	%	0	0

Wskaźnik unosu substancji zanieczyszczającej powstającej przy spalaniu gazu ziemnego przyjęto zgodnie z materiałami informacyjno-instruktażowymi MOŚZNIŁ jak niżej:

Rodzaj substancji zanieczyszczającej	Jednostka	Wskaźnik unosu substancji zanieczyszczającej powstającej przy spalaniu paliwa
SO ₂	kg/10 ⁶ m ³	0
NO ₂	kg/10 ⁶ m ³	1 280
CO	kg/10 ⁶ m ³	360
CO ₂	kg/10 ⁶ m ³	1 964 000
pył	kg/10 ⁶ m ³	15

Planowany efekt ekologiczny realizacji optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Rodzaj substancji zanieczyszczającej	Roczny ładunek substancji zanieczyszczających dla stanu istniejącego	Roczny ładunek substancji zanieczyszczających po termomodernizacji	Zmiana bezwzględna ładunku zanieczyszczeń	Zmiana względna ładunku zanieczyszczeń
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	%
SO ₂	0,00	0,00	0,00	
NO _x	95,29	48,50	46,79	49,1
CO	26,80	13,64	13,16	49,1
CO ₂	146 217,84	74 419,89	71 797,95	49,1
pył	1,12	0,57	0,55	49,1

Załącznik nr 1

Obliczenia liczby stopniodni

Stacja meteorologiczna: **Gdańsk-Port Północny**

Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego t_{wo} [°C]	Miesiąc m	Średnia wieloletnia temperatura miesiąca z bazy danych Ministerstwa Infrastruktury $t_e(m)$ [°C]	Liczba dni ogrzewania w danym miesiącu Ld(m) [dni]	$t_{wo}-t_e(m)$ [°C]	Liczba stopniodni $t_{wo}-t_e(m)*Ld(m)$ [dzień·K]
20	I	2,0	31	18,0	558,0
	II	1,2	28	18,8	526,4
	III	3,5	31	16,5	511,5
	IV	7,7	30	12,3	369,0
	V	10,7	20	9,3	186,0
	VI	15,5	0	4,5	0,0
	VII	18,7	0	1,3	0,0
	VIII	16,3	0	3,7	0,0
	IX	14,5	10	5,5	55,0
	X	8,7	31	11,3	350,3
	XI	4,0	30	16,0	480,0
	XII	1,9	31	18,1	561,1
			242	Sd=Σ[t_{wo}-t_e(m)]*Ld(m)	3 597,3 dzień·K/rok

Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego t_{wo} [°C]	Miesiąc m	Średnia wieloletnia temperatura miesiąca z bazy danych Ministerstwa Infrastruktury $t_e(m)$ [°C]	Liczba dni ogrzewania w danym miesiącu Ld(m) [dni]	$t_{wo}-t_e(m)$ [°C]	Liczba stopniodni $t_{wo}-t_e(m)*Ld(m)$ [dzień·K]
16	I	2,0	31	14,0	434,0
	II	1,2	28	14,8	414,4
	III	3,5	31	12,5	387,5
	IV	7,7	30	8,3	249,0
	V	10,7	20	5,3	106,0
	VI	15,5	0	0,5	0,0
	VII	18,7	0	-2,7	0,0
	VIII	16,3	0	-0,3	0,0
	IX	14,5	10	1,5	15,0
	X	8,7	31	7,3	226,3
	XI	4,0	30	12,0	360,0
	XII	1,9	31	14,1	437,1
			242	Sd=Σ[t_{wo}-t_e(m)]*Ld(m)	2 629,3 dzień·K/rok

Załącznik nr 2

Obliczenia średnich ważonych temperatur powietrza wewnętrznego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Powierzchnie i przeznaczenie pomieszczeń przyjęto wg archiwalnego projektu architektonicznego. Obliczeniowe temperatury powietrza wewnętrznego określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690)

Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² °C]	Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² °C]
Parter				II piętro			
laboratorium hydrauliczne	54,28	20	1085,6	Pracownia Mikrostruktury i Turbulencji Morza			
magazyn mat. bud., elektr., elektron.	33,80	16	540,8	laboratorium elektroniczne	19,87	20	397,4
magazyn części samochodowych	14,86	16	237,8	pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8
magazyn rejsowy	30,34	16	485,4	pokój pracowników naukowych	19,60	20	392,0
magazyn statku	33,80	16	540,8	pokój pracowników naukowych	19,60	20	392,0
portiernia + szatnia	10,75	20	215,0	Zespół Metod Diagnostycznych			
WC męski	5,80	20	116,0	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
WC damski	2,78	20	55,6	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
centrala telefoniczna	14,86	20	297,2	Pracownia Prądów Morskich			
awizo	7,63	20	152,6	pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8
pokój akumulatorów	2,18	5	10,9	pokój pracowników inż. - tech	16,14	20	322,8
przedsionek	2,60	20	52,0	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
pokój sprzątaczek	14,80	20	296,0	pokój aparatury technicznej	19,60	20	392,0
palarnia	18,31	20	366,2	pomieszczenie na sprzęt porząd.	6,80	16	108,8
magazyn książek	49,28	20	985,6	WC damski	8,20	20	164,0
pokój bibliotekarki	14,86	20	297,2	WC męski	7,20	20	144,0
czytelnia	19,00	20	380,0	Pracownia Akustyki			
pokój komputerów	19,00	20	380,0	pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8
przedsionek	2,12	20	42,4	pokój pracowników inż. - tech	16,14	20	322,8
magazyn komputerowy	4,05	16	64,8	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
pokój komputerów	11,50	20	230,0	pokój aparatury technicznej	19,60	20	392,0
wiatrołap	13,83	8	110,6	Pracownia Przywodnej Warstwy Atmosfery			
korytarz	51,24	20	1024,8	pokój aparatury technicznej	19,60	20	392,0
hall	26,70	20	534,0	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
korytarz	55,60	20	1112,0	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
pomieszczenie gospodarcze	3,58	16	57,3	pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8
klatka schodowa	29,00	16	464,0	pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8
dźwig tow.-osob.	4,29	20	85,8	Pomieszczenia biurowe kierownictwa Zakładu			
I piętro				kierownik Zakładu Dynamiki Morza	32,90	20	658,0
Pracownia Biofizyki Morza				sekretariat	16,14	20	322,8
laboratorium optyczne	36,63	20	732,6	pokój koordynatora	19,60	20	392,0
pokój aparatury technicznej	19,60	20	392,0	korytarz	55,60	20	1112,0
pokój pracowników naukowych	19,60	20	392,0	hall	26,70	20	534,0
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	korytarz	51,24	20	1024,8
pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8	pomieszczenie gospodarcze	3,58	16	57,3
Pracownia Hydrooptyki Morza				klatka schodowa	29,00	16	464,0
pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8	dźwig tow.-osob.	4,29	20	85,8
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	Poddasze			
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	kuchienka	8,61	20	172,2
pokój aparatury technicznej	16,14	20	322,8	pokój wypoczynkowy personelu	27,05	20	541,0
pomieszczenie na sprzęt porząd.	6,79	16	108,6	magazyn odzieży	9,87	16	157,9
WC damski	8,20	20	164,0	ciemnia fotograficzna	12,15	20	243,0
WC męski	7,20	20	144,0	magazyn	17,90	16	286,4
Pracownia Termiki Morza				przedsionek izolacyjny	3,20	20	64,0
pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8	pokój obróbki	27,05	20	541,0
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	atelier fotograficzne	32,61	20	652,2
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	pom. na sprzęt porządkowy	3,30	16	52,8
pokój aparatury technicznej	19,60	20	392,0	WC damski	5,70	20	114,0
Pracownia Detekcji Optycznej				WC męski	5,18	20	103,6
laboratorium detekcji optycznej	19,60	20	392,0	magazyn gospodarczy	2,52	16	40,3
pokój aparatury technicznej	16,14	20	322,8	umywalnia	31,70	24	760,8
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	szatnia	10,81	24	259,4
pokój pracowników naukowych	16,14	20	322,8	Pracownia Pasywnej Teledetekcji Optycznej			
pokój kierownika pracowni	16,14	20	322,8	pokój pracowników naukowych	14,63	20	292,6
Pomieszczenia biurowe kierownictwa Zakładu				pokój pracowników naukowych	18,81	20	376,2
pokój kierownika Zakładu Fizyki Morza	32,90	20	658,0	pokój doktorantów	18,81	20	376,2
sekretariat	16,14	20	322,8	pokój doktorantów	13,25	20	265,0
pokój koordynatora	19,60	20	392,0	tajne archiwum	13,25	16	212,0
korytarz	55,60	20	1112,0	pokój archiwisty, tajna kancelaria	13,25	20	265,0
hall	26,70	20	534,0	archiwum	31,97	16	511,5
korytarz	51,24	20	1024,8	pokój obrony cywilnej	13,11	20	262,2
pomieszczenie gospodarcze	3,58	16	57,3	magazyn	4,96	16	79,4
klatka schodowa	29,00	16	464,0	dojście do maszynowni	1,88	5	9,4
dźwig tow.-osob.	4,29	20	85,8	korytarz	48,73	20	974,6
				hall	26,70	20	534,0
				korytarz	55,60	20	1112,0
				klatka schodowa	29,00	16	464,0
				klatka schodowa	12,31	16	197,0
				dźwig tow.-osob.	4,29	20	85,8
				Wieżyczki			
				maszynownia dźwigu	20,66	5	103,3
				dojście do maszynowni	6,68	5	33,4
				sala konferencyjna	26,37	20	527,4
				hall	4,38	20	87,6
				klatka schodowa	10,22	16	163,5
				Razem	2 312,38		44 326,8

Średnia ważona temperatura wewnętrzna **19,2** °C

Obliczenia średnich ważonych temperatur powietrza wewnętrznego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Powierzchnie i przeznaczenie pomieszczeń przyjęto wg archiwalnego projektu architektonicznego. Obliczeniowe temperatury powietrza wewnętrznego przyjęto wg archiwalnego projektu instalacji ogrzewania z wyjątkiem pomieszczeń WC, umywalni, pomieszczenia socjalnego i szatni-słuzu, dla których temperatury powietrza wewnętrznego określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690).

Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² C°]	Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² C°]
Parter				II piętro			
biuro	14,80	20	296,0	biuro	16,37	20	327,4
biuro	13,00	20	260,0	biuro	10,95	20	219,0
biuro	15,55	20	311,0	biuro	12,89	20	257,8
laboratorium	23,40	20	468,0	pom. socjalne	19,27	20	385,4
laboratorium	35,46	20	709,2	wnęka kuchenna	2,69	20	53,8
laboratorium	25,60	20	512,0	laboratorium	27,58	20	551,6
magazyn	7,40	16	118,4	laboratorium	15,52	20	310,4
kotłownia	30,10	20	602,0	laboratorium	15,52	20	310,4
pom. palacza	5,15	20	103,0	laboratorium	26,90	20	538,0
łazienka palacza	4,16	24	99,8	laboratorium	12,90	20	258,0
WC	6,10	20	122,0	laboratorium	13,50	20	270,0
komunikacja	23,45	16	375,2	wentylatornia	12,87	12	154,4
komunikacja	21,30	16	340,8	WC	7,68	20	153,6
klatka schodowa	19,82	16	317,1	komunikacja	20,12	16	321,9
I piętro				komunikacja	12,90	16	206,4
biuro	19,16	20	383,2	pom.gospodarcze	1,78	16	28,5
sekretariat	14,46	20	289,2	klatka schodowa	8,48	16	135,7
biuro	12,90	20	258,0	klatka schodowa	9,36	16	149,8
biuro	10,95	20	219,0	III piętro			
biuro	12,41	20	248,2	biuro	9,90	20	198,0
laboratorium	27,58	20	551,6	laboratorium	12,54	20	250,8
laboratorium	15,52	20	310,4	laboratorium	21,48	20	429,6
laboratorium	15,52	20	310,4	laboratorium	19,54	20	390,8
magazyn	11,60	16	185,6	laboratorium	20,00	20	400,0
laboratorium	26,90	20	538,0	magazyn izotopów	3,08	16	49,3
laboratorium	12,90	20	258,0	szatnia - śluza	11,70	24	280,8
laboratorium	13,22	20	264,4	umywalnia	6,60	24	158,4
WC	7,68	20	153,6	WC	3,30	20	66,0
pom.gospodarcze	1,78	16	28,5	wentylatornia	9,30	12	111,6
komunikacja	25,97	16	415,5	komunikacja	16,76	16	268,2
komunikacja	12,42	16	198,7	klatka schodowa	9,96	16	159,4
klatka schodowa	19,82	16	317,1	Razem	897,52		16 958,9

Średnia ważona temperatura wewnętrzna **18,9** °C

Obliczenia średnich ważonych temperatur powietrza wewnętrznego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Powierzchnie i przeznaczenie pomieszczeń przyjęto wg archiwalnego projektu architektonicznego. Obliczeniowe temperatury powietrza wewnętrznego przyjęto wg archiwalnego projektu instalacji ogrzewania z wyjątkiem pomieszczeń tech., umywalni, serwera, wiatrołapu dla których temperatury powietrza wewnętrznego określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690).

Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² C°]	Pomieszczenie	Pow. pom. A [m ²]	Oblicz. temp. wewn. t _{wo} [°C]	A t _{wo} [m ² C°]
Parter				I piętro			
przedsionek	11,57	20	231,4	komunikacja	63,45	20	1269,0
ochrona	3,92	20	78,4	mag. chłodnia	15,50		0,0
hall główny	47,64	20	952,8	laboratorium PCR	8,78	20	175,6
szatnia	10,58	20	211,6	lab. genetyki I	29,22	20	584,4
sala wielofunkcyjna	189,24	20	3784,8	lab. genetyki II	34,25	20	685,0
pom.gospod.	10,84	20	216,8	pokój pracy	13,16	20	263,2
sala seminaryjna	48,29	20	965,8	prac. " in vitro "	12,16	20	243,2
korytarz	8,81	20	176,2	pokój socjalny	14,99	20	299,8
WC męski	9,47	20	189,4	sekretariat	14,99	20	299,8
WC niepełnospr.	2,98	20	59,6	kier. zakładu	14,99	20	299,8
WC damski	7,91	20	158,2	pokój pracy	12,06	20	241,2
pom. serwera	3,92	16	62,7	pokój pracy	13,16	20	263,2
wiatrołap	2,47	8	19,8	pokój pracy	12,36	20	247,2
korytarz	4,80	20	96,0	pokój pracy	13,00	20	260,0
prac.dydak. nr 1	48,54	20	970,8	pokój pracy	12,27	20	245,4
prac.dydak. nr 2	43,46	20	869,2	lab. mikrobiologii I	26,37	20	527,4
śluza kom.	6,28	20	125,6	magazynek	7,77	20	155,4
korytarz	74,74	20	1494,8	ciemnia	7,14	20	142,8
szatnia	11,49	20	229,8	lab. mikrobiologii II	28,25	20	565,0
umywalnia	5,73	24	137,5	lab. ekofizjologii I	32,55	20	651,0
WC prac.	5,80	20	116,0	lab. ekofizjologii II	37,60	20	752,0
prac. elektronicz.	13,30	20	266,0	zmywalnia	13,38	20	267,6
lab. kalibracji	38,09	20	761,8	komunikacja	22,56	20	451,2
przedsionek	10,64	20	212,8	pokój pracy	14,29	20	285,8
magazyn rejsowy	68,69	16	1099,0	pokój pracy	13,31	20	266,2
garaż	39,06	8	312,5	pokój pracy	14,72	20	294,4
magazyn statkowy	26,52	16	424,3	pokój pracy	13,74	20	274,8
warsztat konserwatora	26,90	20	538,0	pokój doktorantów	28,21	20	564,2
kierownik	12,51	20	250,2	pokój pracy	14,92	20	298,4
warsztat prec.	13,10	20	262,0	pokój pracy	13,34	20	266,8
magazyn	21,23	16	339,7	kier. zakładu	14,01	20	280,2
pom. obrabiarek	33,29	20	665,8	sekretariat	14,01	20	280,2
warsztat ślusarski	32,87	16	525,9	pokój pracy	13,34	20	266,8
kl.schod.	16,66	20	333,2	pokój pracy	14,92	20	298,4
pom. gosp.	5,18	20	103,6	hall	47,09	20	941,8
pom. techniczne	4,01	16	64,2	lab. analityczne	28,58	20	571,6
pom. gosp.	6,75	20	135,0	lab. mokre II	37,26	20	745,2
				lab. mokre I	34,44	20	688,8
				mag. prób	11,89	20	237,8
				kl. schod.	23,70	20	474,0
				pom. gosp.	2,61	20	52,2
				WC damski	8,32	20	166,4
				WC męski	5,73	20	114,6
				Razem	1 755,67		33 699,0

Średnia ważona temperatura wewnętrzna **19,2** °C

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 3

Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegród dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynników przenikania ciepła wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008, a w przypadku podłóg na gruncie wg normy PN-EN 12831:2006

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

ściany zewnętrzne				ściany zewnętrzne wykusy i wieżyczki od str. zach.				ściany zewn. wieżyczki osiówkowej i wykusy wieżyczki od str. zach.				strop poddasza				nawis wieżyczki od str. zach.								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ					
	m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W					
przejmowanie ciepła od wewn.			0,13	przejmowanie ciepła od wewn.			0,13	przejmowanie ciepła od wewn.			0,13	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17					
tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	styropian	0,050	0,045	1,111	gładź cementowa	0,040	1,000	0,040					
cegła ceramiczna pełna	0,380	0,770	0,494	cegła ceramiczna pełna	0,240	0,300	0,800	cegła ceramiczna pełna	0,120	0,770	0,156	warstwa wyrównawcza	0,020	1,000	0,020	jastrych	0,040	1,000	0,040					
styropian	0,050	0,045	1,111	styropian	0,050	0,045	1,111	styropian	0,050	0,045	1,111	strop z płyt żelbetowych	0,150	1,700	0,088	płyta żelbetowa	0,200	1,700	0,118					
cegła ceramiczna pełna	0,120	0,770	0,156	cegła ceramiczna pełna	0,120	0,770	0,156	cegła ceramiczna pełna	0,120	0,770	0,156	tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	styropian	0,050	0,045	1,111					
tylny cyklina	0,015	0,820	0,018	tylny cyklina	0,015	0,820	0,018	tylny cyklina	0,015	0,820	0,018					tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018					
przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od zewn.			0,04					
razem	0,58		1,967	razem	0,44		2,274	razem	0,32		1,629	razem			1,438	razem	0,350		1,542					
Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,51	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,44	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,61	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,70	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,65

stropodach				połacie dachowe nad IV kond. - skosy				połacie dachowe nad IV kond. z pustką dachową				dach wieżyczki osiówkowej				dach wieżyczki od str. zach.								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ					
	m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W					
dach				dach				dach				blacha	0,001		0,04	dachówka na łatach	0,08							
prześcież wentylowana				prześcież wentylowana				prześcież wentylowana				papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028					
przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	deski drewniane	0,022	0,160	0,138	deski drewniane	0,022	0,160	0,138					
styropian	0,050	0,045	1,111	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	listwa drewniana - warstwa pow. niewentylowana	0,040		0,160	listwa drewniana - warstwa pow. niewentylowana	0,040		0,160					
warstwa wyrównawcza	0,020	1,000	0,020	styropian	0,050	0,045	1,111	styropian	0,050	0,045	1,111	stropian	0,100	0,045	2,222	stropian	0,100	0,045	2,222					
strop z płyt żelbetowych	0,150	1,700	0,088	płyta żelbetowa	0,150	1,700	0,088	płyta żelbetowa	0,150	1,700	0,088	sklejka drewniana	0,010	0,160	0,063	sklejka drewniana	0,010	0,160	0,063					
tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018	styropian	0,050	0,045	1,111	dwuteownik stalowy - warstwa pow. niewentylowana	0,180		0,160	dwuteownik stalowy - warstwa pow. niewentylowana	0,160		0,160					
								pustka poddachowa - warstwa pow. niewentylowana				listwa drewniana - warstwa pow. niewentylowana	0,100		0,100	listwa drewniana - warstwa pow. niewentylowana	0,100		0,100					
								ścianka z cegły dziurawki	0,056	0,820	0,068	deski drewniane	0,022	0,160	0,138	deski drewniane	0,022	0,160	0,138					
								tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018					tylny cem.-wap.	0,015	0,820	0,018					
przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10					
	0,235		1,438		0,220		1,445		0,326		2,805		0,480		3,048		0,554		3,066					
Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,70	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,69	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,36	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,33	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,33

podłoga na gruncie - kamień				podłoga na gruncie - wykładzina PCW				podłoga na gruncie - terakota				stropy wykusy				podłoga na gruncie								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ		d _i	λ _i	R _s =d/λ					
	m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W		m	W/(mK)	m ² K/W					
przejmowanie ciepła od wewn.			0,17	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17					
kamień łamany	0,040	2,550	0,016	wykładzina PCW	0,005	0,200	0,025	terakota	0,005	1,050	0,005	wykładzina PCW albo dywanów	0,005	0,200	0,025	kamień łamany	0,040	2,550	0,016					
zaprawa cementowa	0,020	1,000	0,020	jastrych	0,050	1,000	0,050	jastrych	0,050	1,000	0,050	gładź cementowa	0,030	1,000	0,030	zaprawa cementowa	0,020	1,000	0,020					
beton zbrojony	0,025	1,700	0,015	beton zbrojony	0,050	1,700	0,029	beton zbrojony	0,050	1,700	0,029	papa asf.	0,005	0,180	0,028	beton zbrojony	0,050	1,700	0,029					
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	płyta pilśniowa na lepiku asf.	0,020	0,060	0,333	papa asf.	0,005	0,180	0,028					
styropian	0,025	0,045	0,556	styropian	0,025	0,045	0,556	styropian	0,025	0,045	0,556	warstwa wyrównawcza	0,010	1,000	0,010	styropian	0,025	0,045	0,556					
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	płyta kanalkowa	0,240		0,180	papa asf.	0,005	0,180	0,028					
papa jutowa	0,005	0,180	0,028	papa jutowa	0,005	0,180	0,028	papa jutowa	0,005	0,180	0,028	stropian	0,050	0,045	1,111	papa jutowa	0,005	0,180	0,028					
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	warstwa powierzchni niewentyl.		0,23		papa asf.	0,005	0,180	0,028					
płyta betonowa	0,170	1,000	0,170	płyta betonowa	0,150	1,000	0,150	płyta betonowa	0,150	1,000	0,150	deski drewniane	0,022	0,160	0,138	płyta betonowa	0,145	1,000	0,145					
razem	0,300		1,057	razem	0,300		1,091	razem	0,300		1,071	razem			0,001	razem	0,300		1,047					
Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,95	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji ściany U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,92	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji ściany U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,93	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,96	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,96
Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1
Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4
Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8
Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0
Współ. przenikania ciepła U _g =U _{equiv,df} [W/(m ² K)]				0,28	Współ. przenikania ciepła U _g =U _{equiv,df} [W/(m ² K)]				0,28	Współ. przenikania ciepła U _g =U _{equiv,df} [W/(m ² K)]				0,28	Współ. przenikania ciepła U=1/ΣR _i [W/(m ² K)]				0,44	Współ. przenikania ciepła U _g =U _{equiv,df} [W/(m ² K)]				0,28

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 3

Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegród dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynników przenikania ciepła wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008, a w przypadku podłóg na gruncie wg normy PN-EN 12831:2006
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

ściany zewnętrzne osłonowe parteri i klatki schod.				ściany zewnętrzne osłonowe parteri klatki schod.				ściany zewnętrzne osłonowe pięt				ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusa zach. przy klatce scho				ściany zewnętrzne wykusa pin. i zach.				strop poddasza (8)			
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy
d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ	
m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW	
przejmowanie ciepła od wewn.	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn.	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn.	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn.	0,015	0,230	0,065	przejmowanie ciepła od wewn.	0,015	0,230	0,065	przejmowanie ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885
ynk	0,120	0,770	0,156	ynk	0,120	0,770	0,156	ynk	0,190	0,464	0,410	ynk	0,025	0,160	0,156	ynk	0,025	0,160	0,156	ynk	0,170	1,700	0,100
cegła ceramiczna pełna	0,100	0,040	2,500	cegła ceramiczna pełna	0,100	0,040	2,500	cegła ceramiczna pełna	0,100	0,040	2,500	cegła ceramiczna pełna	0,100	0,050	2,000	cegła ceramiczna pełna	0,100	0,050	2,000	cegła ceramiczna pełna	0,015	0,820	0,018
styroplan	0,120	0,770	0,156	styroplan	0,120	0,770	0,156	styroplan	0,250	0,770	0,325	styroplan	0,005	0,770	0,005	styroplan	0,005	0,770	0,005	styroplan	0,015	0,820	0,018
cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010	cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010	cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010	cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010	cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010	cegła ceramiczna pełna	0,010	1,050	0,010
pyłki terakotowe				pyłki terakotowe				pyłki terakotowe				pyłki terakotowe				pyłki terakotowe				pyłki terakotowe			
przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,10
razem	0,37		3,010	razem	0,50		3,170	razem	0,31		3,098	razem	0,19		2,481	razem	0,20		2,481	razem			3,203
Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,33			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,33			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,32			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,40			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,40			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,40		

policie dachowe (9)				policie dachowe (7)				policie dachowe nad ciagiem okien				strop tarasu przy wykuszu zachodnim				policie dachowe (12)				strop poddasza wykuszy			
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy
d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ	
m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW	
blacha stalowa ocynkowa	0,032	0,032	2,885	blacha stalowa ocynkowa	0,032	0,032	2,885	blacha stalowa ocynkowa	0,025	0,025	2,885	przejmowania ciepła od wewn.	0,030	1,050	0,029	blacha stalowa ocynkowa	0,032	0,032	2,885	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,052	1,923
deskowanie	0,030	0,030	3,333	deskowanie	0,030	0,030	3,333	deskowanie	0,030	0,030	3,333	deskowanie	0,030	0,030	3,333	deskowanie	0,030	0,030	3,333	deskowanie	0,030	0,030	3,333
krokwie - przestrzeń wentylowana				krokwie - przestrzeń wentylowana				krokwie - przestrzeń wentylowana				warstwa dociskowa beton.	0,040	1,000	0,040	krokwie - przestrzeń wentylowana	0,030	0,030	3,333	warstwa dociskowa beton.	0,040	1,000	0,040
												papa asf.	0,005	0,180	0,028					papa asf.	0,005	0,180	0,028
												papa asf.	0,005	0,180	0,028					papa asf.	0,005	0,180	0,028
												warstwa beton ze spadkiem 3-5	0,100	0,100	0,100					warstwa beton ze spadkiem 3-5	0,100	0,100	0,100
przejmowanie ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885	przejmowanie ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885	przejmowanie ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885	przejmowania ciepła od wewn.	0,040	1,000	0,040	przejmowania ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885	przejmowania ciepła od wewn.	0,150	0,052	2,885
wełna mineralna	0,140	0,040	3,500	wełna mineralna	0,080	0,040	2,500	wełna mineralna	0,025	0,025	2,885	wełna mineralna	0,080	0,040	2,500	wełna mineralna	0,150	0,052	2,885	wełna mineralna	0,150	0,052	2,885
pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018	pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018	pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018	pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018	pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018	pyta żelbetowa	0,015	0,820	0,018
ynk cem-wap.				ynk cem-wap.				ynk cem-wap.				ynk cem-wap.				ynk cem-wap.				ynk cem-wap.			
przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500	przejmowania ciepła od wewn.	0,100	0,040	2,500
razem	0,367		3,185	razem	0,307		3,160	razem	0,245		3,289	razem	0,390		2,450	razem	0,347		3,173	razem			2,241
Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,31			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,32			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,31			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,41			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,32			Współ. przenikania ciepła U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,45		

podłoga na gruncie (1)				podłoga na gruncie - kotłownia (2)				podłoga na gruncie- klatka schodowa (10)				strop wykuszy (4)			
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy
d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ		d _i	λ _i	R _e =d/λ	
m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW		m	W/(mK)	m ² /KW	
przejmowanie ciepła od wewn.	0,008	0,200	0,025	przejmowanie ciepła od wewn.	0,008	0,200	0,025	przejmowanie ciepła od wewn.	0,008	0,200	0,025	przejmowanie ciepła od wewn.	0,008	0,200	0,025
wykładzina tarkett	0,005	0,005	2,000	wykładzina tarkett	0,005	0,005	2,000	wykładzina tarkett	0,005	0,005	2,000	wykładzina tarkett	0,005	0,005	2,000
warstwa wyrówn. beton.	0,025	0,025	4,000	warstwa wyrówn. beton.	0,025	0,025	4,000	warstwa wyrówn. beton.	0,025	0,025	4,000	warstwa wyrówn. beton.	0,025	0,025	4,000
beton zbrojony	0,035	1,700	0,021	beton zbrojony	0,035	1,700	0,021	beton zbrojony	0,035	1,700	0,021	beton zbrojony	0,035	1,700	0,021
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028
styroplan	0,030	0,040	2,500	styroplan	0,030	0,040	2,500	styroplan	0,030	0,040	2,500	styroplan	0,030	0,040	2,500
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028
papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028	papa asf.	0,005	0,180	0,028
pyta betonowa	0,170	1,000	0,170	pyta betonowa	0,170	1,000	0,170	pyta betonowa	0,170	1,000	0,170	pyta betonowa	0,170	1,000	0,170
chudy beton	0,100	1,000	0,100	chudy beton	0,100	1,000	0,100	chudy beton	0,100	1,000	0,100	chudy beton	0,100	1,000	0,100
razem	0,356		1,372	razem	0,265		1,230	razem	0,384		1,352	razem	0,320		2,640
Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,73			Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,81			Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,74			Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U=1/2R _i [W/(m ² K)]	0,38		
Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]	2061,1			Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]	2061,1			Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]	2061,1			Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]	2061,1		
Obwód płyty podłogowej P [m]	350,4			Obwód płyty podłogowej P [m]	350,4			Obwód płyty podłogowej P [m]	350,4			Obwód płyty podłogowej P [m]	350,4		
Parametr B=A _p /(0,5 P)	11,8			Parametr B=A _p /(0,5 P)	11,8			Parametr B=A _p /(0,5 P)	11,8			Parametr B=A _p /(0,5 P)	11,8		
Zagłębienie poniżej terenu z [m]	0,0			Zagłębienie poniżej terenu z [m]	0,0			Zagłębienie poniżej terenu z [m]	0,0			Zagłębienie poniżej terenu z [m]	0,0		
Współ. przenikania ciepła U ₀ =U _{konstr.} [W/(m ² K)]	0,25			Współ. przenikania ciepła U ₀ =U _{konstr.} [W/(m ² K)]	0,25			Współ. przenikania ciepła U ₀ =U _{konstr.} [W/(m ² K)]	0,25			Współ. przenikania ciepła U ₀ =U _{konstr.} [W/(m ² K)]	0,25		

Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegród dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynników przenikania ciepła wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008, a w przypadku podłóg na gruncie wg normy PN-EN 12831:2006

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm				ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi				ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm				ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm				ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i					
	m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W					
przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018					
pustaki ceramiczne Porotherm 44 P+W na zaprawie termoizolacyjnej Porotherm TM	0,440		3,333	pustaki ceramiczne Porotherm 44 P+W na zaprawie termoizolacyjnej Porotherm TM	0,440		3,333	pustaki ceramiczne Porotherm 44 P+W na zaprawie termoizolacyjnej Porotherm TM	0,440		3,333	pustaki ceramiczne Porotherm 44 P+W na zaprawie termoizolacyjnej Porotherm TM	0,440		3,333	pustaki ceramiczne Porotherm 44 P+W na zaprawie termoizolacyjnej Porotherm TM	0,440		3,333					
styropian EPS 100 038	0,050	0,038	1,316	zaprawa klejowa	0,005	1,000	0,005	styropian EPS 100 038	0,080	0,038	2,105	styropian EPS 100 038	0,020	0,038	0,525	styropian EPS 100 038	0,060	0,038	1,579					
zaprawa klejowa	0,005	1,000	0,005	styropian EPS 100 038	0,030	0,038	0,789	zaprawa klejowa	0,005	1,000	0,005	zaprawa klejowa	0,005	1,000	0,005	zaprawa klejowa	0,005	1,000	0,005					
tynk cienkowarstwowy miner.	0,005	0,820	0,006	plytki klinkierowe	0,010	1,050	0,010	tynk cienkowarstwowy miner.	0,005	0,820	0,006	tynk cienkowarstwowy miner.	0,005	0,820	0,006	tynk cienkowarstwowy miner.	0,005	0,820	0,006					
przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04	przejmowania ciepła od zewn.			0,04					
razem	0,515		4,849	razem	0,500		4,326	razem	0,55		5,638	razem	0,485		4,059	razem	0,53		5,112					
Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,21	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,23	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,18	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,25	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,20

policie dachowe bez wykończenia				policie dachowe z wykończeniem				strop poddasza				stropy wykuszy				stropodach								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i					
	m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W					
dachówka ceramiczna	0,010			dachówka ceramiczna	0,010			przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,17	przejmowania ciepła od zewn.			0,04					
łaty	0,040			łaty	0,040			ruszt drewniany -wentylowana warstwa powietrza	0,060			wykładzina PCW	0,003	0,200	0,015	2 x papa termozgrzewalna	0,005	0,180	0,028					
kontryty	0,020			kontryty	0,020			włna mineralna 80 kg/m ³ w ruszcie drewnianym	0,080	0,045	1,778	podkład betonowy	0,012	1,000	0,012	beton-warstwa spadkowa 1,5%	0,048	1,000	0,048					
folia dachowa	0,001			folia dachowa	0,001			folia paroizolacyjna	0,080			wylewka samopoziomująca	0,012	1,000	0,012	szlichta cementowa	0,030	1,000	0,030					
deski sosnowe	0,025			deski sosnowe	0,025			ruszt systemowy- niewentyl. warstwa powietrza	0,035		0,160	folia budowlana	0,040	1,000	0,040	styropian EPS 100 038	0,200	0,038	5,263					
krokwie - przestrzeń wentylowana	0,020			krokwie - przestrzeń wentylowana	0,020			2 x płyta gipsowo-kartonowa	0,025	0,230	0,109	stropian głuszący kroki	0,040	0,045	0,889	strop żelbetowy	0,180	1,700	0,106					
przejmowanie ciepła od wewn. włna mineralna 80 kg/m ³ między krokiewiami	0,180	0,045	4,000	przejmowanie ciepła od wewn. włna mineralna 80 kg/m ³ między krokiewiami	0,180	0,045	4,000	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	strop żelbetowy	0,180	1,700	0,106	folia budowlana								
				folia paroizolacyjna				przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	strop betonowy	0,180	1,700	0,106	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10					
				ruszt systemowy- niewentyl. warstwa powietrza	0,025		0,160					tylny cienkowarstwowy mineralny	0,005	0,820	0,006	strop podwieszany - warstwa powietrza wentyl.								
				2 x płyta gipsowo-kartonowa	0,025	0,230	0,109																	
przejmowanie ciepła od wewn.			0,10	przejmowanie ciepła od wewn.			0,10					przejmowania ciepła od zewn.			0,04									
	0,286		4,200		0,336		4,469		0,200		2,246		0,380		3,909		0,463		5,615					
Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,24	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,22	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,45	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,26	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,18

podłoga na gruncie-gres przemysł.				podłoga na gruncie-gres płytki				podłoga na gruncie-wykładzina dywan.				podłoga na gruncie-wykładzina PCW				ściany zewnętrzne wykuszy								
Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy	Opis warstwy materiału	Grubość warstwy materiału	Współ. przewodzenia ciepła materiału	Opór cieplny warstwy					
	d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i		d _i	λ _i	R _{e,d} /λ _i					
	m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W		m	W/(mK)	m ² /K/W					
przejmowanie ciepła od wewn. gres przemysł.	0,012	1,050	0,011	przejmowanie ciepła od wewn. płytki gresowe	0,008	1,050	0,008	przejmowanie ciepła od wewn. wykładzina dywan.	0,005	0,060	0,083	przejmowanie ciepła od wewn. wykładzina PCW	0,003	0,200	0,015	przejmowanie ciepła od wewn. tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018					
zaprawa klejowa	0,008	1,000	0,008	zaprawa klejowa	0,007	1,000	0,007	wylewka samopoziomująca	0,010	1,000	0,010	wylewka samopoziomująca	0,012	1,000	0,012	pustaki ceramiczne Porotherm 25 P+W na zwykłej zaprawie	0,250		0,971					
podkład betonowy	0,045	1,000	0,045	podkład betonowy	0,050	1,000	0,050	podkład betonowy	0,055	1,000	0,055	podkład betonowy	0,045	1,000	0,045	włna mineralna	0,120	0,042	2,857					
styropian	0,050	0,038	1,316	styropian	0,050	0,038	1,316	styropian	0,050	0,038	1,316	styropian	0,050	0,038	1,316	przejmowanie ciepła od wewn.			0,13					
folia budowlana				folia budowlana				folia budowlana				folia budowlana				listwy ozdobne na ruszcie-warstwa powietrza wentyl.	0,020							
beton B15	0,150	1,000	0,150	beton B15	0,150	1,000	0,150	beton B15	0,150	1,000	0,150	beton B15	0,150	1,000	0,150									
razem	0,265		1,700	razem	0,265		1,700	razem	0,270		1,784	razem	0,260		1,708	razem	0,405		4,106					
Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U _{p,12} [W/(m ² K)]				0,59	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U _{p,12} [W/(m ² K)]				0,59	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U _{p,12} [W/(m ² K)]				0,56	Współ. przenikania ciepła dla konstrukcji podłogi U _{p,12} [W/(m ² K)]				0,59	Współ. przenikania ciepła U=1/2R, [W/(m ² K)]				0,24
Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1	Powierzchnia płyty podłogowej A _p [m ²]				2061,1
Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4	Obwód płyty podłogowej P [m]				350,4
Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8	Parametr B=A _p /(0,5P)				11,8
Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0	Zagłębienie poniżej terenu z [m]				0,0
Współ. przenikania ciepła U _{p,12} =U _{equiv,12} [W/(m ² K)]				0,23	Współ. przenikania ciepła U _{p,12} =U _{equiv,12} [W/(m ² K)]				0,23	Współ. przenikania ciepła U _{p,12} =U _{equiv,12} [W/(m ² K)]				0,23	Współ. przenikania ciepła U _{p,12} =U _{equiv,12} [W/(m ² K)]				0,23	Współ. przenikania ciepła U _{p,12} =U _{equiv,12} [W/(m ² K)]				0,23

Obliczenie strumieni powietrza wentylacyjnego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla pomieszczeń WC, umywalni i kuchni oraz pomieszczeń przeznaczonych do pobytu ludzi o zdefiniowanej liczbie użytkowników obliczono wg normy PN-B-03430:1983, a dla pozostałych pomieszczeń założono.

Rodzaj pomieszczenia	Jednostkowy strumień powietrza wentylac. / liczba wymian	Jednostka	Liczba jedn./kubatura [jedn./m ³]	Strumień powietrza [m ³ /h]
laboratorium na parterze	1	wymiana/h	164	164
magazyny na parterze	0,5	wymiana/h	342	171
portiernia + szatnia	20	m ³ /h / osobę	1	20
centrala telefoniczna; awizo; pokój sprzątarek; palarnia na parterze	1	wymiana/h	168	168
pokój komputerów na parterze	1	wymiana/h	92	92
biblioteka na parterze	1	wymiana/h	252	252
komunikacja na parterze	0,3	wymiana/h	534	160
pokoje kierowników pracowni na I i II p.	20	m ³ /h / osobę	8	160
pokoje pracowników naukowych na I, II p. i poddaszu	1	wymiana/h	1 157	1 157
pokoje aparatury technicznej na I i II p.	1	wymiana/h	395	395
laboratorium optyczne na I p.	1	wymiana/h	111	111
laboratorium detekcji optycznej na I p.	1	wymiana/h	59	59
pokój kierownika Zakładu Fizyki Morza na I p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
sekretariat na I p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
pokój koordynatora na I p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
komunikacja na I p.	0,3	wymiana/h	492	148
laboratorium elektroniczne na II p.	1	wymiana/h	60	60
kierownik Zakładu Dynamiki Morza na II p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
sekretariat na II p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
pokój koordynatora na II p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
komunikacja na II p.	0,3	wymiana/h	492	148
kuchnia na poddaszu	50	m ³ /h / pom.	1	50
pokój wypoczynkowy personelu na poddaszu	1	wymiana/h	81	81
magazyn odzieży na poddaszu	0,5	wymiana/h	30	15
laboratorium fotograficzne na poddaszu	1	wymiana/h	269	269
umywalnia na poddaszu	50	m ³ /h / pom.	1	50
szatnia na poddaszu	2	wymiana/h	32	65
pomieszczenia archiwum na poddaszu	1	wymiana/h	215	215
komunikacja na poddaszu	0,3	wymiana/h	517	155
maszynownia dźwigu w wieżycze	0,3	wymiana/h	180	54
sala konferencyjna w wieżycze	4	wymiana/h	79	316
komunikacja w wieżyczkach	0,3	wymiana/h	53	16
WC	30	m ³ /h / pom.	8	240
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego w budynku				V_e= 4 911

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Strumień powietrza wentylacyjnego wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej i wywiewnej przyjęto wg projektu "Zakład Chemii i Biologii Morza Instytutu Oceanologii PAN. Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. (...) PT WENTYLACJI MECHANICZNEJ", opracowanego przez Pracownię Projektową Armiński, Drygas, Wolejko z Gdańska w czerwcu 1994 r., dla kotłowni przyjęto wg projektu "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Opracowanie wielobranżowe: architektura, instalacje sanitarne i instalacje elektryczne. MODERNIZACJA ISTNIEJĄCEJ KOTŁOWNI", oprac. przez Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska z Gdańska we wrześniu 2005 r., a dla pozostałych pomieszczeń obliczono wg normy PN-B-03430:1983.

Rodzaj pomieszczenia	Jednostkowy strumień powietrza wentylac. / liczba wymian	Jednostka	Liczba jedn./kubatura [jedn./m ³]	Strumień powietrza [m ³ /h]
zespół wentylacji mechanicznej dla laboratoriów na parterze				2 670
zespół wentylacji mechanicznej dla laboratoriów na I p.				2 440
zespół wentylacji mechanicznej dla laboratoriów na II p.				2 010
zespół wentylacji mechanicznej dla laboratoriów na III p.				1 880
razem wentylacja mechaniczna				9 000
magazyny na parterze, I p. i III p.	10	wymiana/h	74	737
WC dla palacza na parterze	2	wymiana/h	5	10
natrysk dla palacza na parterze	4	wymiana/h	9	36
WC na parterze, I p. i III p.	2	wymiana/h	57	114
umywalnia na III p.	4	wymiana/h	22	88
razem wentylacja mechaniczna wywiewna				985
kotłownia				424
biura na parterze	20	m ³ /h / osobę	6	120
biura na I p.	20	m ³ /h / osobę	7	140
biura i pomieszczenie socjalne na II p.	20	m ³ /h / osobę	10	200
WC na II p.	50	m ³ /h / pom.	1	50
biuro na III p.	20	m ³ /h / osobę	1	20
razem wentylacja naturalna				954
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego w budynku				V_e= 10 939

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęto wg projektu "Budynek laboratoryjno-techniczny. Instytut Oceanologii PAN. 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55. Projekt wykonawczy. Branża sanitarna, wentylacja mechaniczna i klimatyzacja" opracowanego przez Studio Projektowe "PROFIL" - Pracownia Autorska z Gdańska w kwietniu 2005 r.

Rodzaj pomieszczenia	Jednostkowy strumień powietrza wentylac. / liczba wymian	Jednostka	Liczba jedn./kubatura [jedn./m ³]	Strumień powietrza [m ³ /h]
zespół wentylacyjny N1/W1 dla sal wielofunkcyjnych i seminarijnych na parterze, wyciąg miejscowy W2				6 760
zespół wentylacyjny N3 i W3 dla sal dydaktycznych				1 000
centrala nawiewna N6 i miejscowe wyciągi W6 i W7 dla pomieszczeń socjalnych na parterze				290
czepnie ścienne N8, N10, N11, N12 i N13 i wyciągi miejscowe W8, W10, W11, W12, W13 i W14				4 460
centrala nawiewna N20 i miejscowe wyciągi W15, W16, W17, W18, W19, W21, W22, W23, W24 i W25 dla pomieszczeń na I p.				2 500
centrala nawiewna N27 i miejscowe wyciągi W16a, W19, W27, W29, W30, W31 dla pomieszczeń na I p.				2 050
razem wentylacja mechaniczna				17 050
pomieszczenia parteru				150
garaż na parterze				300
pomieszczenia I p.				2 860
razem wentylacja mechaniczna wywiewna				3 310
pomieszczenia parteru				600
razem wentylacja naturalna				600
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego w budynku				V_e= 20 960

Obliczenia współczynników strat ciepła dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcji oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr}	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 \cdot K)$	Przegrody wbudowane			Mostki ciepłe			Współczynnik strat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A \cdot U + \sum (l \cdot \Psi))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowanej. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowanej. U $W/(m^2 \cdot K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka cieplnego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka cieplnego Ψ $W/(m \cdot K)$	
N	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,44	okna	35,79	2,3				97,54
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,89	0,61	okna	3,22	2,3	ościeża	1,70	0,067	12,19
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	2,3				9,53
N-W	ściany zewnętrzne	1	221,11	0,51	okna	23,94	2,3	ościeża	104,92	0,035	199,93
					bramy D10	18,74	2,5				
					drzwi	1,68	2,5				
	ściany zewnętrzne przy stropach wykuszy	1	7,54	0,47							3,55
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	80,06	0,44	okna	39,16	2,3				108,07
W	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	13,23	0,61	okna	3,98	2,3	ościeża	1,70	0,067	14,92
	ściany zewnętrzne lukarn	1	21,76	0,44	okna	6,30	2,3				21,29
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,44	okna	35,79	2,3				97,54
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,38	0,61	okna	3,22	2,3	ościeża	1,70	0,067	11,88
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	2,3				9,53
N-E	ściany zewnętrzne	1	245,70	0,51	okna	18,57	2,3	ościeża	18,76	0,035	159,21
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	20,17	0,44	okna	3,56	2,3				15,50
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	7,98	0,61	okna	2,30	2,3	ościeża	1,70	0,067	8,86
E	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,44	okna	35,79	2,3				97,54
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,89	0,61	okna	3,22	2,3	ościeża	1,70	0,067	12,19
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	2,3				9,53
	ściany zewnętrzne	1	286,15	0,51	okna	28,37	2,3	ościeża	109,84	0,035	200,56
S-E	ściany zewnętrzne przy stropach wykuszy	1	7,54	0,47							3,55
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	80,06	0,44	okna	39,16	2,3				108,07
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	13,23	0,61	okna	3,98	2,3	ościeża	1,70	0,067	14,92
	ściany zewnętrzne lukarn	1	21,76	0,44	okna	6,30	2,3				21,29
	ściany zewnętrzne przy wejściu	1	15,69	0,51	drzwi wejściowe D1	7,73	3,0				27,25
S	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,44	okna	35,79	2,3				97,54
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,38	0,61	okna	3,22	2,3	ościeża	1,70	0,067	11,88
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	2,3				9,53
S-W	ściany zewnętrzne	1	162,14	0,51	okna	9,29	2,3	ościeża	9,38	0,035	99,64
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	19,94	0,44	okna	1,78	2,3				12,09
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	7,98	0,61	okna	2,30	2,3	ościeża	1,70	0,067	8,86
	stropy wykuszy	1	22,74	0,44							10,01
	strop poddasza	0,9	188,25	0,70							118,60
	stropodach	1	147,40	0,70							103,18
	dach łącznika	1	5,69	0,57							3,24
	połacie dachowe nad IV kond. - skosy	1	52,70	0,69							36,36
	połacie dachowe nad IV kond. z pustką dachową	1	99,68	0,36							35,88
	dach wieżyczki ośmiokątnej	1	52,04	0,33							17,17
	dach wieżyczki od str. zach.	1	48,73	0,33							16,08
	nawis wieżyczki od str. zach.	1	5,72	0,65							3,72
	stropy wykuszy wieżyczki od strony zach.	1	5,51	0,54							2,98
	podłoga na gruncie	0,6	726,96	0,28							122,13
Pow. A=			2 927,16		współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.			$H_{tr}, H_T = \sum [b_{tr,i} (A \cdot U + \sum (l_i \cdot \Psi_i))]$			1 973,33

Obliczenia współczynników strat ciepła dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcyjny oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr} -	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 K)$	Przegrody wbudowane			Mostki cieplne			Współczynniki rat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A U + \sum (l_i \Psi_i))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowan. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowan. U $W/(m^2 K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka cieplnego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka cieplnego Ψ $W/(m K)$	
N-W	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	56,04	0,33	okna drewniane	3,84	2,2	ościeża	4,80	0,10	26,15
	ściany zewnętrzne osłonowe parteru klatki schod.	1	4,78	0,31							1,48
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	118,84	0,32	okna drewniane	15,79	2,2				67,72
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	24,56	0,40	okna drewniane	8,85	2,2				25,76
N-E	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	21,65	0,33				ościeża		0,10	7,15
	ściany zewnętrzne osłonowe parteru klatki schod.	1	3,04	0,31							0,94
	ciąg okien (przeszklenie) parter	1	28,07	2,00							56,14
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	144,48	0,32	okna drewniane	27,52	2,2				97,97
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	3,21	0,40							1,29
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,02	0,40	okna drewniane	4,20	2,2				
E	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,18	0,40	okna drewniane	4,20	2,2				9,24
S-E	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	74,37	0,33	okna drewniane	10,10	2,2	ościeża	17,20	0,10	54,98
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	99,53	0,32	okna drewniane	10,88	2,2				52,30
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	9,02	0,40	okna drewniane	8,76	2,2				19,37
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	3,64	0,40							1,46
S	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,18	0,40	okna drewniane	4,20	2,2				9,24
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	2,95	0,40	okna drewniane	1,80	2,2				4,42
S-W	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	79,31	0,33	okna drewniane	10,56	2,2	ościeża	4,80	0,10	68,03
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	172,56	0,32	okna drewniane	31,50	2,2	nadproża, podokienniki, ościeża	4,80	0,00	114,44
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	15,91	0,40	okna drewniane	5,14	2,2				15,61
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	13,45	0,40	okna drewniane	8,63	2,2				20,92
S-W	połacie dachowe (9)	1	85,38	0,31							26,47
N-E	połacie dachowe (9)	1	83,56	0,31	okna połaciowe	7,36	2,6				42,76
	połacie dachowe (7)	1	2,82	0,32							0,90
	światlik	1	9,40	3,00							28,20
	strop poddasza (8)	0,9	90,80	0,31							25,33
	strop poddasza wykuszy	0,9	7,76	0,45							3,14
	połacie dachowe (12)	1	27,52	0,32							8,81
	połacie dachowe nad ciągiem okien	1	9,88	0,31							3,06
	strop tarasu przy wykuszu zachodnim	1	2,50	0,41							1,03
	strop wykuszy (4)	1	27,78	0,38							10,56
	podłoga na gruncie (1)	0,6	222,98	0,25							33,45
	podłoga na gruncie - kotłownia (2)	0,6	37,28	0,25							5,59
	podłoga na gruncie- klatka schodowa (10)	0,6	26,08	0,25							3,91
Pow. A=		1 521,54		współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.						$H_{tr}, H_T = \sum [b_{tr,i} (A U + \sum (l_i \Psi_i))]$	847,82

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 5

Obliczenia współczynników strat ciepła dla stanu istniejącego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcyjny oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr}	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 \cdot K)$	Przegrody wbudowane			Mostki cieplne			Współczynnik rat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A \cdot U + \sum (l \cdot \Psi))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowan. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowan. U $W/(m^2 \cdot K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka ciepłego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka ciepłego Ψ $W/(m \cdot K)$	
N-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	59,54	0,21	okna drewniane	0,00	1,4				53,36
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	17,10	2,6				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	83,39	0,23	okna drewniane	7,91	1,4				49,15
					przeszkł. i drzwi AL	13,20	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
N-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	13,71	0,18	przeszkł. i drzwi AL	3,30	1,8				7,81
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	89,76	0,25	okna drewniane	21,31	1,4				46,95
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1	8,76	0,20	przeszkł. i drzwi AL	2,50	1,8				5,75
	ściany zewnętrzne wykuszy	1	23,21	0,24	okna drewniane	3,02	1,4				9,08
					przeszkł. i drzwi AL	12,40	1,4				
					bramy	0,00	1,8				
S-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	81,73	0,21	przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				31,92
					bramy	0,00	2,6				
					okna drewniane	2,79	1,4				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	37,30	0,23	przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				11,84
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	76,95	0,18	przeszkł. i drzwi AL	36,30	1,8				72,66
	ściany zewnętrzne 25 cm	1	16,57	0,85	przeszkł. i drzwi AL	4,35	1,8				18,22
	przeszklenie parter	1	49,66	2,00							99,33
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	126,54	0,25	okna drewniane	20,23	1,4				54,90
S-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1		0,20	przeszkł. i drzwi AL	7,57	1,8				12,11
	ściany zewnętrzne wykuszy	1		0,24	okna drewniane	15,91	1,4				18,45
					okna drewniane	0,00	1,4				
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	26,28	0,21	przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				21,23
					bramy	6,58	2,6				
					okna drewniane	1,71	1,4				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	83,63	0,23	przeszkł. i drzwi AL	18,81	1,8				50,76
					bramy	0,00	2,6				
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	13,71	0,18	przeszkł. i drzwi AL	3,30	1,8				7,81
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	101,88	0,25	okna drewniane	19,15	1,4				47,50
N-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1		0,20	przeszkł. i drzwi AL	2,50	1,8				4,00
	ściany zewnętrzne wykuszy	1		0,24	okna drewniane	1,40	1,4				1,62
					okna drewniane	21,99	1,4				
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	152,25	0,21	przeszkł. i drzwi AL	4,11	1,8				80,38
					bramy	6,58	2,6				
					okna drewniane	2,25	1,4				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	101,31	0,23	przeszkł. i drzwi AL	20,52	1,8				73,73
					bramy	6,58	2,6				
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	97,18	0,25	okna drewniane	25,73	1,4				53,88
	ściany zewnętrzne wykuszy	1	30,19	0,24	okna drewniane	6,74	1,4				15,07
N-E	polacie dachowe z wykończeniem	1	162,17	0,23	okna polaciowe	21,22	1,4				73,13
					światlik	7,39	1,9				
	polacie dachowe z wykończeniem	1	324,70	0,22	okna polaciowe	22,46	1,4				97,94
					okna polaciowe	19,97	1,4				
	polacie dachowe z wykończeniem	1	162,17	0,22	okna polaciowe	7,39	1,9				71,65
					światlik	22,46	1,4				
	polacie dachowe z wykończeniem	1	324,70	0,22	okna polaciowe	17,70	1,9				127,68
					światlik						
	stropodach	1	81,14	0,18							14,61
	stropy wykuszy	1	9,06	0,26							2,36
S-W	podłoga na gruncie	0,6	1047,79	0,23							144,59
Pow. A=			3 385,27	współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.				$H_{tr}, H_T = \sum (b_{tr,i} (A \cdot U + \sum (l_i \cdot \Psi_i)))$			1 379,46

Obliczenia współczynników strat ciepła dla stanu istniejącego - c.d.

**Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.**

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m³·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m³/h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w		
-	J/(m³·K)	m³/h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej	1 200	4 911	1,00	1,00	1,00	1 637,00	1637,00
strumień powietrza wentylacji mechanicznej	1 200	0	1,00	1,00		0,00	0,00
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve\ i}$, $H_v = \Sigma H_{v\ i}$			1 637,00	1 637,00

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m³·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m³/h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}^{**}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w		
-	J/(m³·K)	m³/h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej	1 200	1 939	1,00	1,00	1,00	646,33	646,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej	1 200	9 000	1,00	0,41		1 230,00	3000,00
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve\ i}$, $H_v = \Sigma H_{v\ i}$			1 876,33	3 646,33

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m³·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m³/h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v^{***}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}^{***}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w		
-	J/(m³·K)	m³/h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej	1 200	3 910	1,00	1,00	1,00	1 303,33	1303,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej	1 200	10 300	1,00	0,41		1 407,67	3433,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1 200	6 750	0,85	0,04		90,00	1912,50
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve\ i}$, $H_v = \Sigma H_{v\ i}$			2 801,00	6 649,17

*Współczynniki korekcyjne do wentylacji:

- wentylacja naturalna i mechaniczna wywiewna: c_m , c_r , c_w wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz. 346)

wentylacja mechaniczna działająca okresowo:

f_v - współczynnik redukcji temperatury

$b_{ve} = \beta \cdot (1 - \eta_{oc})$, gdzie β - udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania, a η_{oc} - skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego

**przyjęto czas pracy wentylacji 12 h/dobę 300 dni w roku

***przyjęto czas pracy wentylacji 8 h/dobę 300 dni w roku

przyjęto skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc} = 0,85$

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 6

Obliczenia miesięcznych zysków ciepła dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przenikającego do przestrzeni ogrzewanej przez przegrody przezroczyste

Strona światła	Opis typu okna albo drzwi balkonowych	Udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej od całkowitego pola powierzchni okna lub drzwi balkonowych	Szerokość okna	Wysokość okna	Liczba okien	powierzchnia okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie	Współ. przepuszczalności energii promieniowania słonecznego	Współ. korekcyjny wartości energii promieniowania słonecznego II	Współ. zaciemnienia	$Q_{Ag,b,Z}$
		C				A	Z	k _z	τ _z	m ²
N										
l.i.b. p.wyśł.	okna O4	0,70	0,87	1,87	22	35,79	0,7	1,0	0,95	16,66
okumny	okna O5	0,70	0,70	0,60	10	4,20	0,7	1,0	0,95	1,96
wieżyczka	okna O15	0,70	0,87	1,06	1	0,92	0,7	1,0	0,95	0,43
wieżyczka	okna O16	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,81
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										20,11
NE										
parter	okna O2	0,70	1,98	1,23	2	4,97	0,7	1,0	0,95	2,27
l.i.b. p.wyśł.	okna O3	0,70	1,98	1,73	4	13,70	0,7	1,0	0,95	6,38
poddasze	okna O13	0,70	1,98	0,90	2	3,56	0,7	1,0	0,95	1,66
wieżyczka	okna O18	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,61
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										11,37
NW										
parter	okna O1	0,70	1,80	1,23	8	17,71	0,7	1,0	0,95	8,24
l.i.b. p.wyśł.	okna O3	0,70	1,00	1,78	22	39,16	0,7	1,0	0,95	18,23
l.i.b. p.wyśł.	okna O6	0,70	1,80	1,73	2	6,23	0,7	1,0	0,95	2,90
okumny	okna O10	0,70	0,70	0,60	10	6,30	0,7	1,0	0,95	2,93
wieżyczka	okna O14	0,70	1,00	1,06	1	1,06	0,7	1,0	0,95	0,49
wieżyczka	okna O17	0,70	2,28	0,85	1	1,94	0,7	1,0	0,95	0,90
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										34,16
SW										
parter	okna O2	0,70	1,98	1,23	1	2,44	0,7	1,0	0,95	1,13
l.i.b. p.wyśł.	okna O3	0,70	1,98	1,73	2	4,95	0,7	1,0	0,95	2,30
poddasze	okna O13	0,70	1,98	0,90	1	1,78	0,7	1,0	0,95	0,83
wieżyczka	okna O18	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,61
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										6,22
SE										
parter	okna O1	0,70	1,80	1,23	10	22,14	0,7	1,0	0,95	10,31
l.i.b. p.wyśł.	okna O3	0,70	1,00	1,78	22	39,16	0,7	1,0	0,95	18,23
l.i.b. p.wyśł.	okna O6	0,70	1,80	1,73	2	6,23	0,7	1,0	0,95	2,90
okumny	okna O10	0,70	0,70	0,60	10	6,30	0,7	1,0	0,95	2,93
wieżyczka	okna O14	0,70	1,00	1,06	1	1,06	0,7	1,0	0,95	0,49
wieżyczka	okna O17	0,70	2,28	0,85	1	1,94	0,7	1,0	0,95	0,90
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										36,22
S										
l.i.b. p.wyśł.	okna O4	0,70	0,87	1,87	22	35,79	0,7	1,0	0,95	16,66
okumny	okna O5	0,70	0,70	0,60	10	4,20	0,7	1,0	0,95	1,96
wieżyczka	okna O15	0,70	0,87	1,06	1	0,92	0,7	1,0	0,95	0,43
wieżyczka	okna O16	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,81
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										26,11
E										
l.i.b. p.wyśł.	okna O5	0,70	0,87	1,87	22	35,79	0,7	1,0	0,95	16,66
okumny	okna O11	0,70	0,70	0,60	10	4,20	0,7	1,0	0,95	1,96
wieżyczka	okna O16	0,70	0,87	1,06	1	0,92	0,7	1,0	0,95	0,43
wieżyczka	okna O18	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,81
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										26,11
W										
l.i.b. p.wyśł.	okna O5	0,70	0,87	1,87	22	35,79	0,7	1,0	0,95	16,66
okumny	okna O11	0,70	0,70	0,60	10	4,20	0,7	1,0	0,95	1,96
wieżyczka	okna O16	0,70	0,87	1,06	1	0,92	0,7	1,0	0,95	0,43
wieżyczka	okna O18	0,70	1,54	0,85	1	1,31	0,7	1,0	0,95	0,81
wieżyczka	okna O19	0,70	0,58	0,85	2	0,99	0,7	1,0	0,95	0,46
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										26,11
										361,83
$\Sigma(C \cdot A_{g,b} \cdot k_{z,Z})$										20,11

		Zorientowanie przegrody																Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego	
		N		NE		NW		SW		SE		S		E		W			
Miejsce	Energia promieniowania słonecznego na płaszczyznę pionową	Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego		Energia promieniowania słonecznego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego		Energia promieniowania słonecznego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego		Energia promieniowania słonecznego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego		Energia promieniowania słonecznego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego	
		$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²	$Q_{Ag,b,Z}$ W/m ² (m-c)	$Q_{Ag,b,Z}$ m ²
styczeń	22 486	20,114	481,96	22 486	11,375	259,52	22 486	34,160	787,51	20 526	6,221	183,67	32,904	20,11	681,82	23,342	20,11	480,39	22 486
lut	35 769	20,114	416,56	20 122	11,375	259,52	20 122	34,160	787,66	30 253	6,221	193,74	31 506	20,11	710,81	23,342	20,11	454,07	35 769
marzec	43 769	20,114	880,35	44 440	11,375	595,41	44 123	34,160	1 507,25	83 893	6,221	335,06	87 820	20,11	1 209,18	50,164	20,11	848,20	43 769
kwiecień	61 720	20,114	1 281,09	67 449	11,375	861,60	66 160	34,160	2 284,10	85 932	6,221	534,49	88 603	20,11	1 683,67	78,201	20,11	1 026,64	61 720
maj	86 904	20,114	1 747,97	93 539	11,375	1 063,80	92 848	34,160	3 175,13	111 718	6,221	694,95	112 032	20,11	4 057,97	113,263	20,11	1 506,69	86 904
czerwiec	95 932	20,114	0,00	102 499	11,375	0,00	101 595	34,160	0,00	111 190	6,221	0,00	113 022	20,11	0,00	110 129	20,11	0,00	95 932
lipiec	98 109	20,114	0,00	101 440	11,375	0,00	104 120	34,160	0,00	120 034	6,221	0,00	121 686	20,11	0,00	118 876	20,11	0,00	98 109
sierpień	81 443	20,114	0,00	84 969	11,375	0,00	84 351	34,160	0,00	98 209	6,221	0,00	99 681	20,11	0,00	92 993	20,11	0,00	81 443
wrzesień	85 195	20,114	1 122,27	86 883	11,375	646,88	86 460	34,160	1 942,08	69 221	6,221	426,81	71 876	20,11	1 445,14	61,335	20,11	1 251,89	85 195
październik	32 965	20,114	662,85	33 073	11,375	315,45	33 172	34,160	1 133,16	57 219	6,221	359,91	52 532	20,11	1 275,31	37 693	20,11	834,12	32 965
listopad	19 299	20,114	388,15	19 299	11,375	219,48	19 299	34,160	689,26	26 416	6,221	164,32	25 797	20,11	834,41	28 826	20,11	401,91	19 299
grudzień	20 058	20,114	403,44	20 058	11,375	228,12	20 058	34,160	685,19	20 058	6,221	124,77	20 058	20,11	403,44	20 058	20,11	403,44	20 058

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła

Miejsce	Obliczanie ciepła pomieszczenia zyskami wewnętrznymi (zyski od ludzi, odświetlenia i urządzeń)		Powierzchnia ogrzewana	Czas ogrzewania w m-c		Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła (z uwzględnieniem zysków od instalacji)
	Q _{int}	W/m ²		t _{og}	h	
styczeń	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	35,30
lut	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	37,89
marzec	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	38,30
kwiecień	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	34,16
maj	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	22,78
czerwiec	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	0,00
lipiec	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	0,00
sierpień	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	0,00
wrzesień	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	11,38
październik	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	38,30
listopad	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	34,16
grudzień	5,7	2 312,4	2 6784	1	2 6784	35,30

*na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i obiektu mieszkanego lub części budynku oraz technicznych uśrednionych oraz sposobu sporządzania i weryfikacji danych charakterystyki energetycznej dla budynku o profilu użytkownika budynku biurowego

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 6

Obliczenia miesięcznych zysków ciepła dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU z 1996 R.

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przenikającego do przestrzeni ogrzewanej przez przegrody przezroczyste

Strona światła	Opis typu okna albo drzwi balkonowych	Udział pola powierzchni przeszklonej w całkowitej powierzchni okna lub drzwi balkonowych	Szerokość okna	Wysokość okna	Liczba okien	powierzchnia okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie	Współ. przepuszczalności energii promieniowania słonecznego	Współ. korekcyjny wartości energii promieniowania słonecznego $k_{s, \text{kor}}$	Współ. zacielenia k_{z}	C Ag _s Z
N	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	0,00
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										0,00
N-E										0,00
parter	przechwile	0,70	10,88	1,59	1	17,30	0,7	1,0	0,95	8,69
parter	przechwile	0,70	10,88	0,99	1	10,77	0,7	1,2	0,95	6,62
I II p.	okna CVI	0,70	1,60	1,60	5	20,48	0,7	1,0	0,95	9,58
I II p.	okna CVII	0,70	0,80	1,60	1	1,28	0,7	1,0	0,95	0,69
I II p.	okna CVIV	0,70	0,80	0,80	1	0,64	0,7	1,0	0,95	0,30
II p.	okna CV	0,70	1,60	0,80	4	5,12	0,7	1,0	0,95	2,38
weranda	okna CVIII	0,70	0,96	2,19	2	4,20	0,7	1,0	0,95	1,98
dach	okna CV	0,70	2,96	1,98	1	4,70	0,7	1,4	1,00	3,22
dach	okna SW	0,70	0,75	1,19	8	1,36	0,75	1,4	1,00	6,41
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										37,47
N-W										0,00
okna schod	okna CVI	0,70	1,60	1,60	1	2,56	0,7	1,0	0,95	1,19
okna schod	okna CV	0,70	1,60	0,80	1	1,28	0,7	1,0	0,95	0,60
I II p.	okna CVI	0,70	1,60	1,60	5	12,80	0,7	1,0	0,95	5,96
II p.	okna CVIII	0,70	1,60	1,87	1	2,89	0,7	1,0	0,95	1,39
wykuszt	okna CVI	0,70	1,36	0,99	2	1,60	0,7	1,0	0,95	0,75
wykuszt	okna CVIV	0,70	1,36	0,77	1	1,04	0,7	1,0	0,95	0,48
wykuszt	okna CVIII	0,70	1,36	0,77	1	1,04	0,7	1,0	0,95	0,48
wykuszt	okna CVIV	0,70	1,36	1,98	2	5,17	0,7	1,0	0,95	2,41
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										13,86
S-W										0,00
parter	okna CVI	0,70	1,60	1,60	2	5,12	0,7	1,0	0,95	2,38
parter	okna CV	0,70	1,40	1,60	1	2,24	0,7	1,0	0,95	1,04
parter	okna CVIV	0,70	0,80	0,80	1	0,64	0,7	1,0	0,95	0,30
parter	okna CVI	0,70	1,60	1,60	1	1,56	0,7	1,0	0,95	1,18
parter kotłownia	okna CVI	0,70	4,50	1,80	1	8,10	0,7	1,0	0,95	3,77
I II p.	okna CVI	0,70	1,60	1,60	10	25,60	0,7	1,0	0,95	11,62
I II p.	okna CVI	0,70	0,44	1,60	2	1,41	0,7	1,0	0,95	0,66
I II p.	okna CVI	0,70	1,51	2,00	1	3,02	0,7	1,0	0,95	1,41
II p.	okna CVI	0,70	0,70	1,60	2	2,08	0,7	1,0	0,95	1,24
II p.	okna CVI	0,70	2,40	1,90	1	4,24	0,7	1,0	0,95	1,91
wykuszt	okna CVI	0,70	1,36	0,99	2	1,60	0,7	1,0	0,95	0,75
wykuszt	okna CVI	0,70	1,36	1,47	1	1,54	0,7	1,0	0,95	0,72
wykuszt	okna CVI	0,70	0,90	2,21	1	1,89	0,7	1,0	0,95	0,93
weranda	okna CVIII	0,70	0,96	2,19	2	4,20	0,7	1,0	0,95	1,98
dach	okna CVI	0,70	2,50	1,98	1	4,70	0,7	1,1	1,00	2,92
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										32,28
S-E										0,00
okna schod	okna CVI	0,70	1,10	1,10	2	2,42	0,7	1,0	0,95	1,12
parter	okna CVI	0,70	1,60	1,60	2	5,12	0,7	1,0	0,95	2,38
parter	okna CVI	0,70	0,80	1,60	2	2,56	0,7	1,0	0,95	1,19
I II p.	okna CVI	0,70	1,60	1,10	4	10,24	0,7	1,0	0,95	4,71
II p.	okna CVIV	0,70	0,80	0,80	1	0,64	0,7	1,0	0,95	0,30
weranda	okna CVI	0,70	0,96	2,19	4	5,76	0,7	1,0	0,95	4,08
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										13,84
S										0,00
weranda	okna CVIII	0,70	0,96	2,19	2	4,20	0,7	1,0	0,95	1,98
wykuszt	okna CVIII	0,70	0,9	1,90	1	1,80	0,7	1,0	0,95	0,84
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										2,79
E										0,00
weranda	okna CVIII	0,70	0,96	2,19	2	4,20	0,7	1,0	0,95	1,98
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										1,98
W										0,00
$\Sigma(C \cdot A_{g,s} \cdot k_{s,z})$										0,00
208,92										0,00

Miesiąc	Zorientowania przegrody																								Miesięczne zyski ciepła od promieniowa- nia słonecznego		
	N		NE		NW		SW		SE		S		E		W		W		W		W		W				
	Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna		Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna		Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna		Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna		Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna		Energia promieniowa- nego na płaszczyznę pionową		Miesięczne zyski ciepła od nasłonecznienia przez okna				
	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}	I	2C Ag _s Z _{kor}		I	2C Ag _s Z _{kor}
	kWh/m ² (m-c)	m ²	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)		kWh/m ² (m-c)	kWh/m ² (m-c)
	styczeń <td>22 468</td> <td>0,000</td> <td>0,00</td> <td>22 468</td> <td>37 474</td> <td>841,86</td> <td>22 468</td> <td>13 260</td> <td>297,80</td> <td>30 526</td> <td>32 293</td> <td>893,48</td> <td>30 105</td> <td>13,84</td> <td>417,84</td> <td>32 904</td> <td>2,79</td> <td>91,98</td> <td>23 342</td> <td>1,96</td> <td>45,48</td> <td>22 468</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>8,60</td>	22 468	0,000	0,00	22 468	37 474	841,86	22 468	13 260	297,80	30 526	32 293	893,48	30 105	13,84	417,84	32 904	2,79	91,98	23 342	1,96	45,48	22 468	0,00		0,00	8,60
lut	20 710	0,000	0,00	20 710	37 474	778,15	20 710	13 260	274,70	30 823	32 293	895,36	31 806	13,84	441,98	35 787	2,79	99,99	23 382	1,96	45,77	22 609	0,00	0,00	8,60		
marzec	43 769	0,000	0,00	44 440	37 474	1 095,33	44 123	13 260	885,07	53 863	32 293	1 739,39	57 502	13,84	800,48	60 117	2,79	167,67	50 164	1,96	88,10	47 142	0,00	0,00	18,28		
wrzesień	61 120	0,000	0,00	61 440	37 474	2 577,56	69 866	13 260	886,66	89 032	32 293	2 774,89	89 031	13,84	1 228,02	92 189	2,79	271,52	78 201	1,96	133,27	78 900	0,00	0,00	28,20		
maj	86 904	0,000	0,00	91 539	37 474	3 905,24	92 948	13 260	1 232,49	111 718	32 293	3 607,88	112 032	13,84	1 590,97	113 253	2,79	316,43	104 659	1,96	204,85	104 019	0,00	0,00	37,80		
styczeń	85 104	0,000	0,00	87 474	37 474	0,00	87 474	13 260	0,00	111 089	32 293	0,00	113 028	13,84	0,00	110 129	2,79	0,00	110 274	1,96	0,00	108 811	0,00	0,00	0,00		
lut	85 104	0,000	0,00	87 474	37 474	0,00	87 474	13 260	0,00	104 729	32 293	0,00	125 854	13,84	0,00	121 685	2,79	0,00	119 974	1,96	0,00	115 014	0,00	0,00	0,00		
marzec	87 443	0,000	0,00	88 969	37 474	0,00	88 969	13 260	0,00	88 209	32 293	0,00	89 881	13,84	0,00	101 785	2,79	0,00	82 963	1,96	0,00	81 374	0,00	0,00	0,00		
wrzesień	95 796	0,000	0,00	96 862	37 474	2 130,86	96 862	13 260	86,86	125 854	32 293	2 284,52	125 854	13,84	988,48	121 878	2,79	280,83	111 315	1,96	130,91	102 238	0,00	0,00	23,96		
październik	32 960	0,000	0,00	33 013	37 474	1 237,12	33 172	13 260	438,86	67 216	32 293	1 847,63	62 032	13,84	720,33	63 405	2,79	177,16	37 693	1,96	73,78	41 470	0,00	0,00	16,20		
listopad	19 299	0,000	0,00	19 299	37 474	723,20	19 299	13 260	255,51	20 416	32 293	853,05	20 797	13,84	387,13	20 528	2,79	80,82	19 982	1,96	39,11	20 420	0,00	0,00	8,36		
grudzień	20 058	0,000	0,00	20 058	37 474	751,65	20 058	13 260	265,37	20 058	32 293	647,73	20 058	13,84	277,68	20 058	2,79	56,14	20 058	1,96	39,26	20 058	0,00	0,00	7,30		

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła

Miesiąc	Obliczenia cieplne pomieszczenia zyskami wewnętrznymi (zyski od ludzi, oświetlenia i urządzeń)		Powierzchnia ogrzewana
---------	--	--	------------------------

Audyt energetyczny budynku Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie

Załącznik nr 6

Obliczenia miesięcznych zysków ciepła dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przenikającego do przestrzeni ogrzewanej przez przegrody przeźroczyste

[illegible][illegible]

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepł

[illegible]

*na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej dla budynku o profilu użytkowania budynku biurowego

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr} \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e) \cdot t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve} \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e) \cdot t \cdot 10^{-3}$	$Q_{ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{ht}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	19,2	1973,33	90,9	1 637,00	75,4	166,3	15,60	35,30	50,90	0,31	1,00	115,5
luty	1,2	2,4192	19,2	1973,33	85,9	1 637,00	71,3	157,2	15,70	31,89	47,59	0,30	1,00	109,7
marzec	3,5	2,6784	19,2	1973,33	83,0	1 637,00	68,8	151,8	30,60	35,30	65,90	0,43	0,99	86,3
kwiecień	7,7	2,592	19,2	1973,33	58,8	1 637,00	48,8	107,6	46,90	34,16	81,06	0,75	0,94	31,7
maj	10,7	1,728	19,2	1973,33	29,0	1 637,00	24,0	53,0	62,00	22,78	84,78	1,60	0,61	1,7
czerwiec	15,5	0		1973,33	0,0	1 637,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		1973,33	0,0	1 637,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		1973,33	0,0	1 637,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	19,2	1973,33	8,0	1 637,00	6,6	14,7	37,90	11,39	49,29	3,36	0,30	0,0
październik	8,7	2,6784	19,2	1973,33	55,5	1 637,00	46,0	101,5	26,20	35,30	61,50	0,61	0,97	41,7
listopad	4,0	2,592	19,2	1973,33	77,7	1 637,00	64,5	142,2	13,50	34,16	47,66	0,34	1,00	94,7
grudzień	1,9	2,6784	19,2	1973,33	91,4	1 637,00	75,9	167,3	12,20	35,30	47,50	0,28	1,00	119,8
razem					Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji							$Q_{co}=\Sigma(Q_{ht}-\eta_{gn} \cdot Q_{gn})$		601,1 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 855 580 600 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 65,83 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 5,39

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T \cdot (t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T \cdot (\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v \cdot (t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	19,2	1 973,33	69 461,15	1 637,00	57 622,40	127,1

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr} \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e) \cdot t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve} \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e) \cdot t \cdot 10^{-3}$	$Q_{ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{ht}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	18,9	847,82	38,4	1 876,33	84,9	123,3	9,50	13,70	23,20	0,19	0,99	100,4
luty	1,2	2,4192	18,9	847,82	36,3	1 876,33	80,3	116,6	9,50	12,38	21,88	0,19	0,99	95,0
marzec	3,5	2,6784	18,9	847,82	35,0	1 876,33	77,4	112,4	18,20	13,70	31,90	0,28	0,97	81,4
kwiecień	7,7	2,592	18,9	847,82	24,6	1 876,33	54,5	79,1	28,20	13,26	41,46	0,52	0,90	41,7
maj	10,7	1,728	18,9	847,82	12,0	1 876,33	26,6	38,6	37,50	8,84	46,34	1,20	0,65	8,4
czerwiec	15,5	0		847,82	0,0	1 876,33	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		847,82	0,0	1 876,33	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		847,82	0,0	1 876,33	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	18,9	847,82	3,2	1 876,33	7,1	10,4	22,90	4,42	27,32	2,64	0,36	0,5
październik	8,7	2,6784	18,9	847,82	23,2	1 876,33	51,3	74,4	16,20	13,70	29,90	0,40	0,94	46,3
listopad	4,0	2,592	18,9	847,82	32,7	1 876,33	72,5	105,2	8,30	13,26	21,56	0,20	0,99	83,9
grudzień	1,9	2,6784	18,9	847,82	38,6	1 876,33	85,4	124,0	7,30	13,70	21,00	0,17	0,99	103,2
razem														
Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji												$Q_{co}=\Sigma(Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn})$		560,8 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 233 355 200 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 23,79 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 2,59

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T \cdot (t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T \cdot (\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v \cdot (t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	18,9	847,82	29 588,85	3 646,33	127 257,03	156,8

Załącznik nr 7

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla stanu istniejącego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	$Q_{ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{ht}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	19,2	1379,46	63,5	2 801,00	129,0	192,6	20,10	26,80	46,90	0,24	0,97	147,1
luty	1,2	2,4192	19,2	1379,46	60,1	2 801,00	122,0	182,0	19,80	24,21	44,01	0,24	0,97	139,3
marzec	3,5	2,6784	19,2	1379,46	58,0	2 801,00	117,8	175,8	38,50	26,80	65,30	0,37	0,93	114,9
kwiecień	7,7	2,592	19,2	1379,46	41,1	2 801,00	83,5	124,6	59,40	25,94	85,34	0,68	0,81	55,2
maj	10,7	1,728	19,2	1379,46	20,3	2 801,00	41,1	61,4	79,50	17,29	96,79	1,58	0,53	10,2
czerwiec	15,5	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	19,2	1379,46	5,6	2 801,00	11,4	17,0	48,50	8,65	57,15	3,37	0,28	0,8
październik	8,7	2,6784	19,2	1379,46	38,8	2 801,00	78,8	117,6	33,30	26,80	60,10	0,51	0,88	64,6
listopad	4,0	2,592	19,2	1379,46	54,3	2 801,00	110,4	164,7	17,40	25,94	43,34	0,26	0,96	122,9
grudzień	1,9	2,6784	19,2	1379,46	63,9	2 801,00	129,8	193,7	15,80	26,80	42,60	0,22	0,98	152,2
razem					Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji							$Q_{co}=\Sigma(Q_{ht}-\eta_{gn}Q_{gn})$		807,3 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 289 685 550 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 19,25 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 2,28

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T(\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v(\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	19,2	1 379,46	48 557,10	6 649,17	234 050,67	282,6

Załącznik nr 8

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania c.w.u. dla stanu istniejącego

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania c.w.u. wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u. wykonano zgodnie z normą PN-B-01706:1992 jako zapotrzebowanie średnie godzinowe.

ciepło właściwe wody	c_w	4,19	kJ/(kg K)	
gęstość wody	ρ_w	1000	kg/m ³	
temperatura ciepłej wody	θ_{cw}	60	°C	
temperatura wody zimnej	θ_o	10	°C	
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej:	V_{cw}	7	dm ³ /(j.o. d)	
liczba jednostek odniesienia (j.o.):	L	183	pracowników	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.				
czas użytkowania c.w.u.:	t_{uz}	300	doby/rok	
roczne zapotrzebowanie ciepła na podgrzanie wody:	$Q_{cw,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw}-\theta_o) \cdot t_{uz} \cdot 10^{-9}$	80,5	GJ/rok	
Sposób przygotowania c.w.u.		podgrzew acze elektr.	kotłownia gazowa	budynek
przyjęty udział w pokryciu zapotrzebowania na ciepło		47%	53%	100%
do przygotowania ciepłej wody z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku przyjęta na podstawie wiedzy technicznej	$\eta_{cw,g0}$	0,99	0,45	
średnia roczna sprawność przesyłu (dystrybucji) c.w.u. od źródła ciepła do punktów odbioru	$\eta_{cw,d0}$	1,00	1,00	
średnia roczna sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody w obrębie budynku	$\eta_{cw,s0}$	1,00	0,91	
średnia roczna sprawność wykorzystania	$\eta_{cw,e}$	1,0	1,0	
średnia roczna sprawność całkowita systemu	$\eta_{cw0}=\eta_{cw,g0} \cdot \eta_{cw,s0} \cdot \eta_{cw,d0} \cdot \eta_{cw,e}$	0,99	0,41	
roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{0cw}=Q_{cw,nd}/\eta_{cw0}$	38,2	104,1	142,3 GJ/rok
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej				
średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku	$q_{d\text{ sred}}=V_{cw} \cdot m \cdot L \cdot m$	0,60	0,68	1,28 m ³ /d
czas użytkowania instalacji c.w.u. w ciągu doby	τ	12	12	12 godz./d
średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u.	$q_{h\text{ sred}}=q_{d\text{ sred}}/\tau$	0,05	0,06	0,11 m ³ /h
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u. (średnie godzinowe)	$q_{0cw}=q_{h\text{ sred}} \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw}-\theta_o)/3600$	2,9	3,3	6,2 kW

Obliczenia sprawności akumulacji

roczne zapotrzebowanie na energię użytkową (ciepło użytkowe) do podgrzania wody	$Q_{cw,nd}$	11 853	kWh/rok
średnia sezonowa sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)	$\eta_{cw,d0}$	1,00	
uśrednione roczne straty ciepła instalacji przesyłania (dystrybucji) c.w.u. w budynku (w osłonie bilansowej lub poza nią)	$\Delta Q_{cw,d}=Q_{cw,nd} \cdot (1-\eta_{cw,d0})/\eta_{cw,d}$	0	kWh/rok
uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)	$\Delta Q_{cw,s}$	1 226,4	kWh/rok
średnia sezonowa sprawność przesyłu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)	$\eta_{cw,s}=(Q_{cw,nd}+\Delta Q_{cw,d})/(Q_{cw,nd}+\Delta Q_{cw,d}+\Delta Q_{cw,s})$	0,91	

Pojemność zasobnika ciepłej wody	Jednostkowe straty ciepła przez zasobnik ciepłej wody	Czas działania układu c.w.u.	Straty ciepła przez zasobniki ciepłej wody
V_s	q_s	t_{cw}	$V_s \cdot q_s \cdot t_{cw} \cdot 10^{-3}$
dm ³	W/dm ³	h/rok	kWh/rok
500	0,28	8 760	1 226,4

uśrednione sezonowe straty ciepła akumulacji $\Delta Q_{H,s}=\Sigma(V_s \cdot q_s \cdot t_{sg} \cdot 10^{-3})$ 1 226,4

Obliczenia współczynników strat ciepła dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcji oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr}	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 \cdot K)$	Przegrody wbudowane			Mostki ciepłe			Współczynnik strat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A \cdot U + \sum (l \cdot \Psi))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowanej. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowanej. U $W/(m^2 \cdot K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka cieplnego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka cieplnego Ψ $W/(m \cdot K)$	
N	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,21	okna	35,79	0,85				37,69
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,89	0,25	okna	3,22	0,9	ościeża	1,70	0,067	4,77
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	0,9				3,44
N-W	ściany zewnętrzne	1	221,11	0,21	okna	23,94	0,9	ościeża	104,92	0,035	112,20
					bramy D10	18,74	2,5				
					drzwi	1,68	2,5				
	ściany zewnętrzne przy stropach wykuszy	1	7,54	0,47							3,55
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	80,06	0,21	okna	39,16	0,85				41,88
W	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	13,23	0,25	okna	3,98	0,85	ościeża	1,70	0,067	5,81
	ściany zewnętrzne lukarn	1	21,76	0,44	okna	6,30	0,85				12,16
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,21	okna	35,79	0,9				37,69
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,38	0,25	okna	3,22	0,85	ościeża	1,70	0,067	4,64
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	0,85				3,44
N-E	ściany zewnętrzne	1	245,70	0,21	okna	18,57	0,85	ościeża	18,76	0,035	64,14
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	20,17	0,21	okna	3,56	0,9				6,52
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	7,98	0,25	okna	2,30	0,9	ościeża	1,70	0,067	3,48
E	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,21	okna	35,79	0,9				37,69
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,89	0,25	okna	3,22	0,9	ościeża	1,70	0,067	4,77
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	0,9				3,44
	ściany zewnętrzne	1	286,15	0,21	okna	28,37	0,9	ościeża	109,84	0,035	82,09
S-E	ściany zewnętrzne przy stropach wykuszy	1	7,54	0,22							1,66
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	80,06	0,21	okna	39,16	0,9				41,88
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	13,23	0,25	okna	3,98	0,9	ościeża	1,70	0,067	5,81
	ściany zewnętrzne lukarn	1	21,76	0,44	okna	6,30	0,9				12,16
	ściany zewnętrzne przy wejściu	1	15,69	0,51	drzwi wejściowe D1	7,73	1,80				17,97
S	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	70,39	0,21	okna	35,79	0,9				37,69
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	10,38	0,25	okna	3,22	0,9	ościeża	1,70	0,067	4,64
	ściany zewnętrzne lukarn	1	3,90	0,44	okna	4,20	0,9				3,44
S-W	ściany zewnętrzne	1	162,14	0,21	okna	9,29	0,85	ościeża	9,38	0,035	40,32
	ściany zewnętrzne wykuszy i wieżyczki od str. zach.	1	19,94	0,21	okna	1,78	0,85				5,33
	ściany zewn. wieżyczki ośmiokątnej i wykuszy wieżyczki od str. zach.	1	7,98	0,25	okna	2,30	0,9	ościeża	1,70	0,067	3,48
	stropy wykuszy	1	22,74	0,21							4,78
	strop poddasza	0,9	188,25	0,22							37,27
	stropodach	1	147,40	0,22							32,43
	dach łącznika	1	5,69	0,57							3,24
	połacie dachowe nad IV kond. - skosy	1	52,70	0,69							36,36
	połacie dachowe nad IV kond. z pustką dachową	1	99,68	0,36							35,88
	dach wieżyczki ośmiokątnej	1	52,04	0,20							10,41
	dach wieżyczki od str. zach.	1	48,73	0,20							9,75
	nawis wieżyczki od str. zach.	1	5,72	0,25							1,43
	stropy wykuszy wieżyczki od strony zach.	1	5,51	0,23							1,27
	podłoga na gruncie	0,6	726,96	0,28							122,13
Pow. A=			2 927,16		współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.			$H_{tr}, H_T = \sum [b_{tr,i} (A \cdot U + \sum (l_i \cdot \Psi_i))]$			938,70

Obliczenia współczynników strat ciepła dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcyjny oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr} -	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 K)$	Przegrody wbudowane			Mostki ciepłe			Współczynniki rat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A U + \sum (l \cdot \Psi))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowan. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowan. U $W/(m^2 K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka ciepłego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka ciepłego Ψ $W/(m K)$	
N-W	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	56,04	0,18	okna drewniane	3,84	0,85	ościeża	4,80	0,10	13,14
	ściany zewnętrzne osłonowe parteru klatki schod.	1	4,78	0,18							0,86
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	118,84	0,18	okna drewniane	15,79	0,85				31,97
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	24,56	0,21	okna drewniane	8,85	0,85				10,82
N-E	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	21,65	0,18				ościeża		0,10	3,90
	ściany zewnętrzne osłonowe parteru klatki schod.	1	3,04	0,18							0,55
	ciąg okien (przeszklenie) parter	1	28,07	2,00							56,14
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	144,48	0,18	okna drewniane	27,52	0,85				44,44
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	3,21	0,21							0,67
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,02	0,21	okna drewniane	4,20	0,85				
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,18	0,21	okna drewniane	4,20	0,85				3,57
S-E	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	74,37	0,18	okna drewniane	10,10	0,85	ościeża	17,20	0,10	32,01
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	99,53	0,18	okna drewniane	10,88	0,85				25,20
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	9,02	0,21	okna drewniane	8,76	0,85				7,50
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	3,64	0,21							0,76
S	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	4,18	0,21	okna drewniane	4,20	0,85				3,57
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	2,95	0,21	okna drewniane	1,80	0,9				1,77
S-W	ściany zewnętrzne osłonowe parteru i klatki schod.	1	79,31	0,18	okna drewniane	10,56	0,85	ościeża	4,80	0,10	34,95
	ściany zewnętrzne osłonowe pięter	1	172,56	0,18	okna drewniane	31,50	0,85	nadproża, podokienniki, ościeża	4,80	0,00	52,17
	ściany zewnętrzne wykusza pln. i zach.	1	15,91	0,21	okna drewniane	5,14	0,85				6,63
	ściany zewn. werandy (wykusza) pld. i wykusza zach. przy klatce schod.	1	13,45	0,21	okna drewniane	8,63	0,85				8,35
S-W	połacie dachowe (9)	1	85,38	0,31							26,47
N-E	połacie dachowe (9)	1	83,56	0,31	okna połaciowe	7,36	0,85				29,88
	połacie dachowe (7)	1	2,82	0,32							0,90
	światlik	1	9,40	1,80							16,92
	strop poddasza (8)	0,9	90,80	0,22							17,98
	strop poddasza wykuszy	0,9	7,76	0,22							1,54
	połacie dachowe (12)	1	27,52	0,32							8,81
	połacie dachowe nad ciągiem okien	1	9,88	0,31							3,06
	strop tarasu przy wykuszu zachodnim	1	2,50	0,41							1,03
	strop wykuszy (4)	1	27,78	0,20							5,56
	podłoga na gruncie (1)	0,6	222,98	0,25							33,45
	podłoga na gruncie - kotłownia (2)	0,6	37,28	0,25							5,59
	podłoga na gruncie- klatka schodowa (10)	0,6	26,08	0,25							3,91
Pow. A=		1 521,54		współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.				$H_{tr}, H_T = \sum [b_{tr,i} (A U + \sum (l_i \Psi_i))]$		494,07	

Obliczenia współczynników strat ciepła dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Strona świata	Opis przegrody podstawowej	Współ. redukcyjny oblicz. różnicy temperatur przegrody b_{tr} -	Pole powierzchni przegrody A m^2	Współ. przenikania ciepła przegrody podstaw. U $W/(m^2 \cdot K)$	Przegrody wbudowane			Mostki cieplne			Współczynnik rat ciepła przez przenikanie $b_{tr} (A \cdot U + \sum (l \cdot \Psi))$ W/K
					Opis przegrody wbudowanej	Pole powierzchni przegrody wbudowan. A m^2	przenikania ciepła przegrody wbudowan. U $W/(m^2 \cdot K)$	Opis mostka	Długość liniowego mostka cieplnego l m	Liniowy współ. przenikania ciepła mostka cieplnego Ψ $W/(m \cdot K)$	
N-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	59,54	0,21	okna drewniane	0,00	1,4				53,36
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	17,10	2,6				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	83,39	0,23	okna drewniane	7,91	1,4				49,15
					przeszkł. i drzwi AL	13,20	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
N-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	13,71	0,18	przeszkł. i drzwi AL	3,30	1,8				7,81
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	89,76	0,25	okna drewniane	21,31	1,4				46,95
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1	8,76	0,20	przeszkł. i drzwi AL	2,50	1,8				5,75
	ściany zewnętrzne wykuszy	1	23,21	0,24	okna drewniane	3,02	1,4				9,08
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
S-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	81,73	0,21	okna drewniane	2,79	1,4				31,92
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	37,30	0,23	okna drewniane	1,71	1,4				11,84
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
S-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	76,95	0,18	przeszkł. i drzwi AL	36,30	1,8				72,66
	ściany zewnętrzne 25 cm	1	16,57	0,85	przeszkł. i drzwi AL	4,35	1,8				18,22
	przeszklenie parter	1	49,66	2,00							99,33
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	126,54	0,25	okna drewniane	20,23	1,4				54,90
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1		0,20	przeszkł. i drzwi AL	7,57	1,8				12,11
	ściany zewnętrzne wykuszy	1		0,24	okna drewniane	15,91	1,4				18,45
N-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	26,28	0,21	okna drewniane	0,00	1,4				21,23
					przeszkł. i drzwi AL	0,00	1,8				
					bramy	6,58	2,6				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	83,63	0,23	okna drewniane	1,71	1,4				50,76
					przeszkł. i drzwi AL	18,81	1,8				
					bramy	0,00	2,6				
S-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 8 cm	1	13,71	0,18	przeszkł. i drzwi AL	3,30	1,8				7,81
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	101,88	0,25	okna drewniane	19,15	1,4				47,50
	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 6 cm	1		0,20	przeszkł. i drzwi AL	2,50	1,8				4,00
	ściany zewnętrzne wykuszy	1		0,24	okna drewniane	1,40	1,4				1,62
					przeszkł. i drzwi AL	21,99	1,8				
					bramy	2,25	2,6				
S-W	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 5 cm	1	152,25	0,21	okna drewniane	4,11	1,8				80,38
					przeszkł. i drzwi AL	6,58	2,6				
					bramy	2,25	1,4				
	ściany zewnętrzne z płytkami klinkierowymi	1	101,31	0,23	okna drewniane	20,52	1,8				73,73
					przeszkł. i drzwi AL	6,58	2,6				
					bramy	25,73	1,4				
N-E	ściany zewnętrzne ociepl. styropianem 2 cm	1	97,18	0,25	okna drewniane	6,74	1,4				53,88
	ściany zewnętrzne wykuszy	1	30,19	0,24	okna drewniane	21,22	1,4				15,07
	polacie dachowe z wykończeniem	1	162,17	0,23	okna połaciowe	7,39	1,9				73,13
					światlik	22,46	1,4				
	polacie dachowe z wykończeniem	1	324,70	0,22	okna połaciowe	19,97	1,4				97,94
					światlik	7,39	1,9				
S-E	polacie dachowe z wykończeniem	1	162,17	0,23	okna połaciowe	22,46	1,4				71,65
					światlik	17,70	1,9				
	polacie dachowe z wykończeniem	1	324,70	0,22	okna połaciowe	19,97	1,4				127,68
					światlik	7,39	1,9				
	stropodach	1	81,14	0,18							14,61
	stropy wykuszy	1	9,06	0,26							2,36
S-W	podłoga na gruncie	0,6	1047,79	0,23							144,59
			Pow. A=	3 385,27	współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewn.			$H_{tr}, H_T = \sum (b_{tr,i} (A \cdot U + \sum (l_i \cdot \Psi_i)))$			1 379,46

Obliczenia współczynników strat ciepła dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - c.d.

**Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację
CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.**

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m ³ ·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m ³ /h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w , -		
-	J/(m ³ ·K)	m ³ /h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej	1 200	4 911	1,00	0,70	1,00	1 145,90	1637,00
strumień powietrza wentylacji mechanicznej	1 200	0	1,00	1,00		0,00	0,00
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve,i}$, $H_v = \Sigma H_{v,i}$			1 145,90	1 637,00

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m ³ ·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m ³ /h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}^{**}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w , -		
-	J/(m ³ ·K)	m ³ /h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej	1 200	1 939	1,00	0,70	1,00	452,43	646,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej	1 200	9 000	1,00	0,41		1 230,00	3000,00
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve,i}$, $H_v = \Sigma H_{v,i}$			1 682,43	3 646,33

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Opis strumienia	Pojemność cieplna powietrza $\rho_a \cdot c_a$ J/(m ³ ·K)	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego V_{nom} m ³ /h	Współczynniki korekcyjne*			Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot c_r \cdot V_{nom} / 3600$, $H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot b_{ve} \cdot V_{nom} / 3600$ W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot c_m \cdot V_{nom} / 3600$, $H_v = \rho_a \cdot c_a \cdot f_v \cdot V_{nom} / 3600$, W/K
			do obliczeń zapotrz. na moc c_m , f_v^{***}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_r , b_{ve}^{***}	do obliczeń zapotrz. na ciepło c_w , -		
-	J/(m ³ ·K)	m ³ /h	-	-	-		
strumień powietrza wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej	1 200	3 910	1,00	1,00	1,00	1 303,33	1303,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej	1 200	10 300	1,00	0,41		1 407,67	3433,33
strumień powietrza wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1 200	6 750	0,85	0,04		90,00	1912,50
współczynnik strat ciepła na wentylację			$H_{ve} = \Sigma H_{ve,i}$, $H_v = \Sigma H_{v,i}$			2 801,00	6 649,17

*Współczynniki korekcyjne do wentylacji:

- wentylacja naturalna i mechaniczna wywiewna: c_m , c_r , c_w wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz. 346)

wentylacja mechaniczna działająca okresowo:

f_v - współczynnik redukcji temperatury

$b_{ve} = \beta \cdot (1 - \eta_{oc})$, gdzie β - udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania, a η_{oc} - skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego

**przyjęto czas pracy wentylacji 12 h/dobę 300 dni w roku

***przyjęto czas pracy wentylacji 8 h/dobę 300 dni w roku

przyjęto skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego $\eta_{oc} = 0,85$

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1993 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	$Q_{ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{ht}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	19,2	938,70	43,2	1 145,90	52,8	96,0	15,60	35,30	50,90	0,53	1,00	45,2
luty	1,2	2,4192	19,2	938,70	40,9	1 145,90	49,9	90,8	15,70	31,89	47,59	0,52	1,00	43,3
marzec	3,5	2,6784	19,2	938,70	39,5	1 145,90	48,2	87,7	30,60	35,30	65,90	0,75	0,98	23,3
kwiecień	7,7	2,592	19,2	938,70	28,0	1 145,90	34,2	62,1	46,90	34,16	81,06	1,30	0,75	1,6
maj	10,7	1,728	19,2	938,70	13,8	1 145,90	16,8	30,6	62,00	22,78	84,78	2,77	0,36	0,0
czerwiec	15,5	0		938,70	0,0	1 145,90	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		938,70	0,0	1 145,90	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		938,70	0,0	1 145,90	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	19,2	938,70	3,8	1 145,90	4,7	8,5	37,90	11,39	49,29	5,82	0,17	0,0
październik	8,7	2,6784	19,2	938,70	26,4	1 145,90	32,2	58,6	26,20	35,30	61,50	1,05	0,87	4,9
listopad	4,0	2,592	19,2	938,70	37,0	1 145,90	45,1	82,1	13,50	34,16	47,66	0,58	1,00	34,7
grudzień	1,9	2,6784	19,2	938,70	43,5	1 145,90	53,1	96,6	12,20	35,30	47,50	0,49	1,00	49,1
razem														
Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji												$Q_{co}=\Sigma(Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn})$		202,1 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 855 580 600 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 114,01 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 8,60

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T(\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v(\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	19,2	938,70	33 042,10	1 637,00	57 622,40	90,7

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 1996 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	$Q_{nt}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{nt}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{nt} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	18,9	494,07	22,4	1 682,43	76,2	98,5	9,50	13,70	23,20	0,24	0,99	75,6
luty	1,2	2,4192	18,9	494,07	21,2	1 682,43	72,0	93,2	9,50	12,38	21,88	0,23	0,99	71,5
marzec	3,5	2,6784	18,9	494,07	20,4	1 682,43	69,4	89,8	18,20	13,70	31,90	0,36	0,97	58,8
kwiecień	7,7	2,592	18,9	494,07	14,3	1 682,43	48,8	63,2	28,20	13,26	41,46	0,66	0,88	26,7
maj	10,7	1,728	18,9	494,07	7,0	1 682,43	23,8	30,8	37,50	8,84	46,34	1,50	0,58	3,8
czerwiec	15,5	0		494,07	0,0	1 682,43	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		494,07	0,0	1 682,43	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		494,07	0,0	1 682,43	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	18,9	494,07	1,9	1 682,43	6,4	8,3	22,90	4,42	27,32	3,30	0,30	0,2
październik	8,7	2,6784	18,9	494,07	13,5	1 682,43	46,0	59,5	16,20	13,70	29,90	0,50	0,93	31,6
listopad	4,0	2,592	18,9	494,07	19,1	1 682,43	65,0	84,1	8,30	13,26	21,56	0,26	0,99	62,8
grudzień	1,9	2,6784	18,9	494,07	22,5	1 682,43	76,6	99,1	7,30	13,70	21,00	0,21	0,99	78,3
razem														
Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji												$Q_{co}=\Sigma(Q_{nt} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn})$		409,2 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 233 355 200 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 29,78 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 2,99

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T(\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v(\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	18,9	494,07	17 243,16	3 646,33	127 257,03	144,5

Załącznik nr 10

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do ogrzewania dla wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

CZĘŚĆ BUDYNKU Z 2008 R.

Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania wykonane metodą bilansów miesięcznych wg PN-EN 13790:2009

Miesiąc	Średnia temp. zewn. w m-cu	Czas ogrzewania w m-cu	Oblicz. temp. wewn. dla ogrzew.	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współ. strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promien. słonecz.	Miesięczne zyski ciepła	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współ. efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
m	$t_e(m)$ (θ_e)	t	$t_{wo\ sr}$ ($\theta_{int,H}$)	H_{tr}	$Q_{tr}=H_{tr}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	H_{ve}	$Q_{ve}=H_{ve}(\theta_{int,H}-\theta_e)t \cdot 10^{-3}$	$Q_{ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$\gamma=Q_{gn}/Q_{ht}$	$\eta_{gn}=(1-\gamma^a)/(1-\gamma^{a+1})$	$Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn}$
	$^{\circ}C$	s $10^{-6}/m-c$	$^{\circ}C$	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	2,0	2,6784	19,2	1379,46	63,5	2 801,00	129,0	192,6	20,10	26,80	46,90	0,24	0,97	147,1
luty	1,2	2,4192	19,2	1379,46	60,1	2 801,00	122,0	182,0	19,80	24,21	44,01	0,24	0,97	139,3
marzec	3,5	2,6784	19,2	1379,46	58,0	2 801,00	117,8	175,8	38,50	26,80	65,30	0,37	0,93	114,9
kwiecień	7,7	2,592	19,2	1379,46	41,1	2 801,00	83,5	124,6	59,40	25,94	85,34	0,68	0,81	55,2
maj	10,7	1,728	19,2	1379,46	20,3	2 801,00	41,1	61,4	79,50	17,29	96,79	1,58	0,53	10,2
czerwiec	15,5	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec	18,7	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień	16,3	0		1379,46	0,0	2 801,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	14,5	0,864	19,2	1379,46	5,6	2 801,00	11,4	17,0	48,50	8,65	57,15	3,37	0,28	0,8
październik	8,7	2,6784	19,2	1379,46	38,8	2 801,00	78,8	117,6	33,30	26,80	60,10	0,51	0,88	64,6
listopad	4,0	2,592	19,2	1379,46	54,3	2 801,00	110,4	164,7	17,40	25,94	43,34	0,26	0,96	122,9
grudzień	1,9	2,6784	19,2	1379,46	63,9	2 801,00	129,8	193,7	15,80	26,80	42,60	0,22	0,98	152,2
razem														
Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji												$Q_{co}=\Sigma(Q_{ht} \cdot \eta_{gn} \cdot Q_{gn})$		807,3 GJ/rok

współczynnik referencyjny a_0 1,0
 wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 289 685 550 J/K
 stała czasowa dla budynku $\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$ 19,25 h
 stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
 parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 2,28

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania wg PN-EN 12831:2006

Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (projektowa temperatura zewn.)	Obliczeniowa temperatura powietrza wewn. (projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej)	Współ. strat ciepła przez przenikanie	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na przenikanie (projekt. strata ciepła przez przenikanie)	Współ. strat ciepła na wentylację	Obliczeniowa moc cieplna na pokrycie strat ciepła na wentylację (wentylacyjna strata ciepła)	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewczego (całkowita projektowana strata ciepła budynku)
t_{zo} (θ_e)	$t_{wo\ sr}$ (θ_{int})	H_T	$q_T=H_T(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_T=H_T(\theta_{int}-\theta_e)$)	H_v	$q_v=H_v(t_{wo}-t_{zo})$ ($\Phi_v=H_v(\theta_{int,H}-\theta_e)$)	$q_{co}=(q_T+q_v) \cdot 10^{-3}$ ($\Phi=(\Phi_T+\Phi_v) \cdot 10^{-3}$)
$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	W/K	W	W/K	W	kW
-16,0	19,2	1 379,46	48 557,10	6 649,17	234 050,67	282,6